

“UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA”

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**



**“IMPLEMENTAR UN SISTEMA PARA LA DETECCIÓN DE
PRESENCIA EXTERNA PARA VEHÍCULOS PESADOS PARA
PREVENCIÓN DE ACCIDENTES”**

PRESENTADA POR:

BACH. FRANK RONALD CRIOLLO MERINO

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

PIURA – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN 081-2017-FC-UNP

FACULTAD DE CIENCIAS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada "**IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA Y PARA LA DETECCIÓN DE PRESENCIA EXTERNA EN VEHICULOS PESADOS PARA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES**", presentado por el señor Bachiller **CRIOLLO MERINO - FRANK RONALD**, con el asesoramiento del **MSc. Franklin Barra Zapata**; oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, lo declaran:

APROBADO (X)

DESAPROBADO ()

Con la mención de:

Muy Bueno

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES**.

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRONICO Y TELECOMUNICACIONES**; después que el sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 12 de diciembre 2017.

Dr. CARLOS ENRIQUE ARELLANO RAMÍREZ
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

M.Sc. JUAN MANUEL JACINTO SANDOVAL
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS



Ing. MIGUEL ANGEL PANDURO ALVARADO
VOCAL DE JURADO DE TESIS

Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

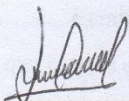
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS

ASESOR:



ING. FRANKLIN BARRA ZAPATA

TESISTAS:



FRANK RONALD CRIOLLO MERINO

JURADO EVALUADOR:

PRESIDENTE:



DR. CARLOS ENRIQUE ARELLANO RAMIREZ

SECRETARIO:



M.Sc. JUAN MANUEL JACINTO SANDOVAL

VOCAL:



ING. MIGUEL ANGEL PANDURO ALVARADO

DECLARACION JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Yo, **Frank Ronald Criollo Merino**, identificado con DNI N° 18138017 bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura con Domicilio AA.HH Nuevo Amanecer Con Jesús con celular 948724583, correo Electrónico frankronald_@hotmail.com ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

DECLARO BAJO JURAMENTO:

Que la tesis que presento es auténtica no siendo copia parcial y total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o el extranjero en caso contrario de encontrar falsa la información que proporciono me sujeto a los alcances de lo establecido en el art. N°411 del código penal concordante con el art. N° 27444, y ley del procedimiento administrativo general y las normas legales de protección a los derechos de autor.

En la Fe de lo cual firmo la presente

Piura 22 de Enero del 2018

Frank Ronald Criollo Merino

DNI: 47990026

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi madre. Porque es ella la razón de mi vida, por sus consejos y su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que soy hoy es gracias a ella.

A mis hermanos que más que mis hermanos son mis verdaderos amigos y a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que dios me ha dado.

FRANK RONALD CRIOLLO MERINO

AGRADECIMIENTO

Esta tesis es el resultado de la constancia y sacrificio, del apoyo reunido de aquellas personas que decidieron aportar en éste logro con su experiencia, tiempo y conocimientos, ya que han desarrollado un papel importante en este material, empezando por mi asesor de tesis el Ing. Franklin Barra Zapata a quién agradezco por su apoyo incondicional, por el tiempo que dispuso para guiarme en mi proyecto **“IMPLEMENTAR UN SISTEMA PARA LA DETECCIÓN DE PRESENCIA EXTERNA PARA VEHÍCULOS PESADOS PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES”**

A la comisión de evaluación por sus críticas y comentarios constructivos y acertados durante la elaboración de éste proyecto, por la intervención oportuna para un mejor resultado del presente trabajo.

A cada persona que decidió apoyarme y que hizo posible en ésta parte de mi vida, ayudarme a cumplir un objetivo más, a todos ellos muchas gracias.

FRANK RONALD CRIOLLO MERINO

CONTENIDO

RESUMEN	14
SUMMARY	15
CAPÍTULO 1	16
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	16
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4. HIPÓTESIS GENERAL.....	18
1.5. JUSTIFICACION	18
CAPITULO 2	19
MARCO TEORICO	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2 MARCO CONCEPTUAL.	22
2.2.1. INTRODUCCIÓN AL MUNDO DE LOS MICROCONTROLADORES	22
2.2.2. BLUETOOTH	25
2.2.4 DISPOSITIVO BLUETOOTH HC06	32
2.2.5. SISTEMA OPERATIVO ANDROID	36
2.2.6. PROGRAMACION EN APPINVENTOR	38
2.2.7. SENSOR PIR	40
2.2.8. ARDUINO UNO	46
2.2.9. SENSOR HC-SR04	50
CAPITULO 3	56

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRONICO PARA LA DETECCION DE PRESENCIA EXTERNA CON TECNOLOGIA BLUETOOTH	77
3.1 DESCRIPCION GENERAL	77
3.2. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA	78
3.2.1. ARDUINO UNO.	80
3.2.2. MÓDULO BLUETOOTH SLAVE (HC-06)	80
3.2.3. FUENTE DE ALIMENTACIÓN	82
3.2.4. MODULO DE SENSORES DE MOVIMIEMTO PIR	83
3.2.5. SENSORES DE ULTRASONIDO	83
3.2.6. MODULO BUZZER	84
3.2.7. MODULO RELE PARA ACELERADOR	85
3.2.8. CODIGO DEL PROGRAMA PARA AURDUINO UNO	85
3.2.9. LA APLICACIÓN EN CELULAR	89
COSTOS DEL PROYECTO	95
4.1. COSTOS DEL PROYECTO	95
CONCLUSIONES	100
ANEXOS	103

FIGURAS

1. FIGURA 2.1 ESQUEMA DE UN MICROCONTROLADOR.....	23
2.FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES INTERNO DEL ATMEGA32. (ATMEL)	24
3.FIGURA 2.3. LOGO DE LA SEÑAL BLUETOOTH. (http://bibing.us.es/)	25
4.FIGURA 2.4. PERFILES DE BLUETOOTH (http://bibing.us.es/)	30
5.FIGURA. 2.5 MÓDULO BLUETOOTH HC06 (https://www.olimex.com)	32
6.FIGURA 2.6 MÓDULO BUETOOTH HC06 (https://www.olimex.com)	34
7.FIGURA 2.7 CONEXIONES DEL MÓDULO BUETOOTH HC06 (https://www.olimex.com)	34
8.FIGURA 2.8 LOGO OFICIAL DE ANDROID (Developers)	36
9.FIGURA 2.9. PROGRAMANDO EN APPINVENOR (http://www.appinventor.org/)	39
10.FIGURA 2.10 SENSOR PIR (http://www.electrobiomedical.com.co/)	41
11.FIGURA 2.11 CONEXIÓN DEL SENSOR PIR. (http://www.electrobiomedical.com.co/)	43
12.FIGURA 2.12 FUNICONAMIENTO DEL SENSOR PIR (http://www.electrobiomedical.com.co/)	44
13.FIGURA 2.13 AREA DE COBERTURA DEL SENSOR PIR (http://www.electrobiomedical.com.co/)	45
14.FIGURA. 2.14. ARDUINO UNO CON CABLE DE GRABACIÓN. (http://www.uca.es/)	46
15.FIGURA. 2.15. ARDUINO UNO - SE INDICA LOS PINES DE ALIMENTACIÓN. (http://www.uca.es/)	48
16.FIGURA 2.16. ARDUINO UNO INDICANDO LAS ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES. (http://www.uca.es/)	49
17.FIGURA 2.17. ARDUINO UNO INDICANDO ENTRADAS ANALÓGICAS. (http://www.uca.es/)	49
18.FIGURA 2.18 SENSOR DE ULTRASONIDO HC-SR04 (Diego).....	50
19.FIGURA 2.19 FUNCIONAMIENTO SENSOR DE ULTRASONID (Creus, 2013).....	51
20.Figura 2.20. Incertidumbre angular en la medida de un ultrasonido (Diego)	52

21.FIGURA 2.21 MÁRGENES DE DETECCIÓN DE UN SENSOR ULTRASÓNICO (Diego)	53
22.FIGURA 2.22 DIAGRAMA DE TIEMPOS DEL SENSOR HC-SR04 (http://www.micropik.com/)	55
23 FIGURA 2.23. TOPOLOGÍA REPRESENTATIVA DE UN SISTEMA CELULAR. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	57
24 FIGURA 2.24. DIVISIÓN DE CÉLULAS. (Dadateca.unad.edu.co, 2014) ...	58
25 FIGURA 2.25. EJEMPLO DE REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)	58
26 FIGURA. 2.26. RESUMEN DE SISTEMAS CELULARES. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)	61
27 FIGURA 2.27. ESQUEMA DE COMPONENTES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)	63
28 FIGURA 2.28. EJEMPLO DE GESTIÓN DE LLAMADAS GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)	64
29 FIGURA 2.29. ACTUALIZACIÓN DE UBICACIÓN. (Dadateca.unad.edu.co, 2014).....	65
30 FIGURA 2.30. LAS INTERFACES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014) ...	67
31 FIGURA 2.31 ARQUITECTURA DEL SISTEMA GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)	70
32 FIGURA 2.32. EJEMPLO DE RUTEO EN UNA RED GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013) ⁴	71
33 FIGURA 2.33. PLANO DE TRANSMISIÓN GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)	72
34 FIGURA 2.34. TARJETA SIM900 DIAGRAMA DE TARJETA. (GEEETECH.COM, 2014).....	75
35 FIGURA 2.35. BANDEJA DE TARJETA SIM. (GEEETECH.COM, 2014)...	76
36 FIGURA 2.36 ANTENA DE LA SIM 900. (GEEETECH.COM, 2014)	76
37.FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA PARA LA DETECCIÓN DE PRESENCIA EXTERNA EN VEHICULOS PESADOS CON BUETOOTH Y GSM.(PROPIO).....	77
38.FIGURA 3.2 COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA PROPUESTO. (PROPIO)	79
39.FIGURA 3.3 CONEXIONES DEL ARDUINO. (PROPIO).....	80

40.FIGURA 3.4 MODULO BLUETOOTH	80
41.FIGURA 3.5 CONEXIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC06 CON ATMEGA32. (PROPIO).....	81
42.FIGURA 3.6 CONEXIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC06 CON ARDUINO SIMULACION EN PROTEUS. (PROPIO)	82
43.FIGURA 3.7 FUENTE DE ALIMENTACION. (PROPIO)	82
44.FIGURA 3.8 SENSORES DE MOVIMIENTO PIR. (PROPIO)	83
45.FIGURA 3.9. SENSORES DE ULTRASONIDO. (PROPIO)	84
46.FIGURA 3.10. INYECTOR BOSCH. (PROPIO).....	84
47.FIGURA 3.11. MODULO RELE PARA ACELERADOR. (PROPIO)	85
48 FIGURA 3.12. CONEXIÓN DEL MODULO GSM/GPRS SIM900. (PROPIO)	86
49 FIGURA 3.13. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACION Y ASIGNACION DE VARIABLES (PROPIO).....	87
50 FIGURA 3.14. PARTE DEL CODIGO DE ENVIO DE DATOS POR PUERTO PARA BLUETOOTH. (PROPIO)	87
51 .FIGURA 3.15. PARTE DEL CODIGO DE MEDICION DE DISTANCIA. (PROPIO)	88
52 FIGURA 3.16. PARTE DEL CODIGO DE DETECCION DE MOVIMIENTO. (PROPIO)	88
53 FIGURA 3.17. PARTE DEL CODIGO DE ENVIO DE DATOS POR MENSAJE DE TEXTO MEDIANTE EL COMANDO Z. (PROPIO)	89
54 FIGURA 3.18. PARTE DEL CODIGO DE ENVIO DE DATOS POR MMENSAJE DE TEXTO PARA PROGRAMAR NUMERO DDE CELULAR. (PROPIO)	90
55 FIGURA 3.19. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR - A. (PROPIO)	91
56 FIGURA 3.20. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR - B. (PROPIO)	91
57 FIGURA 3.21. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR- CODIGO DE PROGRAMA - A (PROPIO)	92
58 FIGURA 3.22. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR- CODIGO DE PROGRAMA - B (PROPIO)	92
59 FIGURA 3.23 APLICATIVO PARA ANDROID - A. (PROPIO)	93

60	FIGURA 3.24 COMPONENTES DEL APLICATIVO - A (PROPIO).....	93
61	FIGURA 3.25 APLICATIVO PARA ANDROID - B. (PROPIO)	94
62	FIGURA 3.26 COMPONENTES DEL APLICATIVO - B (PROPIO).....	94

TABLAS

Tabla 1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ARDUINO (http://www.uca.es/)	47
Tabla 2. MATERIALES DIRECTOS	95
Tabla 3. MATERIALES INDIRECTOS (INSUMOS)	95
Tabla 4. MANO DE OBRA DIRECTA	96
Tabla 5. MANO DE OBRA INDIRECTA	96
Tabla 6. GASTOS GENERALES (SERVICIOS A TODO COSTO)	96
Tabla 7. COSTO TOTAL DE MATERIALES	97
Tabla 8. COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA	98
Tabla 9. COSTO TOTAL DE GASTOS GENERALES	98
Tabla 10. COSTO TOTAL DEL PROYECTO PROPUESTO	99

RESUMEN

La presente tesis se busca implementar un sistema para detección de presencias externas en vehículos pesados para la prevención de accidentes que tiene como objetivo ayudar al conductor a estar alerta sobre cualquier tipo de obstáculos, es el motivo por la cual surge la necesidad de desarrollar un sistema de detección de objetos o personas que informe al conductor sobre dicha presencia para lo cual se utiliza tecnología bluetooth para envío de estado de sensores y tecnología GSM/GPRS para el envío y recepción de mensajes de texto informando el estado de sensores. El sistema que se propone realiza la detección de presencia externa alrededor del vehículo pesado, para realizar esta detección se tiene sensores de movimiento PIR tres en cada costado del vehículo distribuidos según el modelo, además tiene un sensor de ultrasonido adelante y otro en la parte posterior del vehículo.

El sistema cuenta con relé para desconectar el acelerador y no permitir el movimiento del vehículo.

También cuenta con un sistema de aviso sonoro con Buzzer que indicara al chofer que se han activado algún sensor, por último los datos de los estado del sensor son enviado vía bluetooth o vía GSM enviando mensajes de texto al celular o móvil y usando un aplicativo desarrollado para sistema operativo Android permitirá al chofer identificar que sensor se activado.

En el primer capítulo se describe la problemática y se establece el objetivo general y los objetivos específicos de la tesis, así como la justificación, los alcances y los límites de la misma. El segundo capítulo hace referencia al marco teórico y las definiciones que nos permiten entender desde la base la aplicación desarrollada.

En el tercer capítulo se muestra el desarrollo de la aplicación paso a paso tanto en el diseño del hardware como del software.

El cuarto capítulo nos permite analizar los costos para la implementación de este proyecto y al final se muestra las conclusiones.

PALABRAS CLAVE:

DETECCIÓN, VEHICULO, PIR, ULTRASONIDO, BLUETOOTH, GSM, GPRS, ARDUINO.

SUMMARY

This thesis seeks to implement a system for detection of external presence in heavy vehicles for the prevention of accidents that aims to help the driver to be alert on any type of obstacles, is the reason why there is a need to develop a system of detection of objects or persons that informs the driver about said presence for which bluetooth technology is used to send status of sensors and GSM / GPRS technology for sending and receiving text messages informing the status of sensors. The proposed system performs the detection of external presence around the heavy vehicle, to perform this detection has three PIR motion sensors on each side of the vehicle distributed according to the model, also has an ultrasound sensor forward and another on the back vehicle.

The system has a relay to disconnect the accelerator and not allow the movement of the vehicle.

It also has a buzzer warning system that will indicate to the driver that some sensor has been activated, finally the data of the sensor status is sent via Bluetooth or via GSM sending text messages to the cell phone or mobile phone and using a developed application 'For Android operating system will allow the driver to identify which sensor is activated.

In the first chapter the problem is described and the general objective and the specific objectives of the thesis are established, as well as the justification, the scope and the limits of it. The second chapter refers to the theoretical framework and the definitions that allow us to understand the application developed from the base.

In the third chapter the development of the step-by-step application is shown in both the hardware and software design.

The fourth chapter allows us to analyze the costs for the implementation of this project and in the end the conclusions are shown.

KEYWORDS:

DETECTION, VEHICLE, PIR, ULTRASOUND, BLUETOOTH, GSM, GPRS, ARDUINO.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad, casi todas las personas usan el vehículo como medio de transporte para sus desplazamientos diarios, y por desgracia como todos sabemos, también son las causa de miles de accidentes con víctimas. A lo largo de la existencia del automóvil siempre ha sido una prioridad el intentar reducir las víctimas, y según pasa el tiempo, y con ello el mayor número de usuarios de automóviles, éstas medidas de seguridad se han incrementado notoriamente. Los sistemas de seguridad se han iniciado y evolucionado desde el origen del vehículo con los sistemas más básicos y primarios como la iluminación y el sistema de frenos. **(RODRIGUEZ, 2017)**

Posteriormente debido al gran número de accidentes se desarrollan los sistemas de seguridad pasiva, mismos que no evitan el accidente, pero si reducen los daños, como ejemplo tenemos sistemas de retención de personas, más conocido como cinturón de seguridad, parabrisas con varias capas de cristales y pegados, deformación mecánica del vehículo para la absorción de la energía de choque, actualmente los sistemas provistos de sensores y electrónica avanzada como los airbags. **(RODRIGUEZ, 2017)**

Hasta finales de la década de los 60, los sistemas de seguridad diseñados para evitar los accidentes, eran sistemas completamente mecánicos, y se basaban en mejorar suspensiones, tracción, frenos, etc. A partir de esta fecha, se empieza a investigar a fondo sobre los sistemas de seguridad conocidos como activa, gracias en parte al desarrollo de la electrónica, la informática y la mejora de sensores. **(RODRIGUEZ, 2017)**

El objetivo de la seguridad activa es conseguir que no se llegue a producir el accidente y con ello evitar daños a las personas y al propio vehículo. Uno de los primeros sistemas verdaderamente útil es la invención del ABS, desarrollado por la marca Bosch en 1970, que permite que no se bloquen las ruedas a pesar de la presión sobre el freno y con ello evitar el deslizamiento del vehículo. Otro sistema activo a destacar también desarrollado por Bosch es el conocido como

ESP, el cual detecta una desviación en la trayectoria del vehículo no producida de forma voluntaria, y la corrige frenando las ruedas de forma individual hasta volver a la trayectoria deseada, éste sistema es más actual, ya que se empezó a implementar en los vehículos en 1995. Complementariamente, se cree que para reducir al máximo los accidentes por errores del conductor, se necesita una conducción totalmente automática, pero para lograr esto, se están desarrollando y perfeccionando los diferentes sistemas de asistencia a la conducción como: Seguimiento del borde de la carretera, Mantenimiento de la distancia de seguridad, Adelantamientos de otros vehículos, Reconocimiento de objetos, etc. Por ello, más que en lograr una conducción automática, por el momento parece más sensato poner el énfasis en el desarrollo de Sistemas ADAS. Entre estos se encuentra el sistema de detección de objetos, que tienen como objetivo ofrecer una conducción más segura, evitar sobre todo accidentes y atropellos de peatones o ciclistas. **(RODRIGUEZ, 2017)**

Ayudar al conductor a estar alerta sobre cualquier tipo de obstáculos, es el motivo por la cual surge la necesidad de desarrollar un sistema de detección de objetos o personas que informe al conductor sobre dicha presencia, cuando por cualquier motivo se encuentre parcialmente distraído o por ciertas condiciones tenga poca visibilidad de la carretera por la cual se encuentra. **(RODRIGUEZ, 2017)**

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible implementar un sistema para la detección de presencia externa para vehículos pesados para la prevención de accidentes?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Usando las tecnologías existentes, si es posible implementar un sistema para la detección de presencia externa para vehículos pesados para la prevención de accidentes

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los bloques del sistema electrónico
- Seleccionar los componentes que tendrá cada bloque del modulo
- Diseñar tarjeta electrónica con todos sus bloques
- Desarrollar los programas de aplicación
- Desarrollar Software de interfaces si fuera necesario
- Implementar sistema y protocolo de comunicación bluetooth
- Implementar sistema y protocolo de comunicación por mensajes de texto

1.4. HIPÓTESIS GENERAL

Usando las tecnologías existentes, si es posible implementar un sistema para la detección de presencia externa para vehículos pesados para la prevención de accidentes

1.5. JUSTIFICACION

El desarrollo de este proyecto permitirá, mejorar los conocimientos científicos y tecnológicos, para construir o implementar un prototipo de vehículo pesado con sensores de movimiento y distancia; y determinar, parámetros y la efectividad del funcionamiento de nuevos sistemas de seguridad de ayuda a la conducción de vehículos pesados para la reducción de accidentes, muy importante, en nuestro país donde existe un alto grado de atropellos y accidentes vehiculares. Por ultimo tiene el propósito de ser un instrumento de aporte científico e investigativo, y contribuir al conocimiento de los estudiantes y/o profesionales para el desarrollo y mejoramiento posterior del sistema q se propone.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según ANTONIO MANUEL PALMA GÓMEZ Z, en su Tesis titulada **“ANÁLISIS DE PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO PARA REDES DE SENSORES INALÁMBRICAS”**, indica lo siguiente:

Los recientes desarrollos en la integración de componentes electrónicos han permitido la introducción de una nueva tendencia en el campo de la telemetría y de las comunicaciones: las redes de sensores inalámbricas. Mediante esta nueva tecnología se obtienen los beneficios que proporcionan las redes de sensores junto a una mayor libertad a la hora de situar los sensores en las proximidades del objetivo. En las redes de sensores inalámbricas, el encaminamiento es un aspecto crítico y de importancia. Este documento realiza un estudio de este tipo de redes y de los protocolos de encaminamiento que pueden ser usados en ellas. Además, ofrece una maqueta de simulación en la cual se puede caracterizar el funcionamiento de cualquier protocolo de encaminamiento que se utilice en una red de sensores inalámbricos ad-hoc. Dicha maqueta ofrece una serie de ventajas frente a los simuladores existentes en el mercado, siendo la más importante la facilidad de implementar cualquier protocolo en ella. El presente proyecto trata de caracterizar el protocolo AODV haciendo uso del entorno de simulación implementado. Este protocolo es utilizado por el estándar Zigbee, siendo dicho estándar el más usado en el ámbito de las redes de sensores inalámbricas. En las simulaciones del protocolo AODV se muestran una serie de métricas que pueden ser usadas para las comparaciones de los distintos protocolos implementados en el entorno de simulación. El objetivo fundamental de este proyecto será ofrecer un entorno de simulación adecuado para caracterizar el funcionamiento de los protocolos de encaminamiento en redes inalámbricas de sensores ah-hoc, facilitando la implementación de estos protocolos mediante el uso de dicho entorno. En el

estudio del estado del arte de los protocolos de encaminamiento se propone un gran número de éstos que pueden ser implementados en la maqueta de simulación diseñada.

Según Daniel Villón Valdiviezo, en su Tesis titulada “**DISEÑO DE UNA RED DE SENSORES INALAMBRICA PARA AGRICULTURA DE PRECISION**”, indica lo siguiente:

Coates, Mahaffie y Hines presentan en su libro “2025 – Scenarios of Us and Global Society Reshaped by Science and Technology” algunas suposiciones básicas que describirían el mundo en el año 2025 de acuerdo a las tendencias actuales en diferentes ámbitos. En una de ellas, ellos plantean: “Todo será más inteligente (...), esto será logrado ya sea instalando microprocesadores y sensores dentro de todo tipo de dispositivos y sistemas o creando materiales que respondan a variables físicas tales como la luz, el ruido, los olores, los campos electromagnéticos, o con una combinación de estas 2 estrategias.”, ellos plantean también: “La percepción remota de la tierra conducirá al monitoreo, evaluación y análisis de los eventos y los recursos sobre y debajo de la superficie terrestre y marina. En muchos lugares, redes de sensores in situ ayudarán a monitorear el ambiente”. No es necesario esperar hasta el año 2025 para descubrir que las redes de sensores se están volviendo quizás la tendencia mas importante de los últimos años, queda claro que en cualquier proceso la cantidad de información que se puede obtener de él nunca será suficiente; son las redes de sensores las que se plantean como una alternativa viable a la necesidad de información. Hoy en día se empieza a difundir el uso de la redes de sensores sin hilos (Wireless Sensor Networks – WSN) como una nueva forma de entender y administrar nuestro mundo físico en áreas como el cuidado de especies en peligro de extinción, contaminación del aire, tratamiento de pacientes, etc . Los últimos avances en tecnología MEMS (Micro-electro-mechanical Systems) han hecho posible que la transmisión de datos vía RF se haga posible con dispositivos diminutos capaces de lograr autonomías de años inclusive a muy bajo costo. Es ahora posible gracias a esta tecnología incorporar dentro de un solo chip, un transmisor y un receptor de radio con sus respectivos inductores discretos de alto factor de calidad Q, varactores y filtros que habían sido hasta hace algunos años elementos imposibles de integrar en un chip y que terminaban dominando

el tamaño del transmisor-receptor. Es esta misma tecnología la que está impulsando la creación de dispositivos de sensado y procesado con un volumen y consumo de energía apropiados para su desempeño en el tipo de aplicaciones que se le desea utilizar. Es justamente la integración de estos dispositivos, sensado, procesado y transmisión-recepción lo que da lugar al concepto de mote o mota impulsando la idea de una red de sensores basada en el concepto de nodos que no compiten sino que colaboran en un objetivo común.

Según VICTOR RAINIERO MONTALVO GONZALES, en su Tesis titulada **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE APLICADO AL PRIMER PISO DEL PABELLÓN V DE LA PUCP”**, indica lo siguiente:

Según estudios realizados el 30% del consumo de la energía eléctrica en edificios públicos está representado por los gastos de iluminación. En nuestra situación particular, el primer piso del pabellón V de la PUCP, el cual alberga a la sección de Ing. Electrónica y algunos ambientes que pertenecen a la sección de Ing. De Telecomunicaciones, continúa utilizando equipos convencionales de iluminación. El sistema actual sigue siendo manual, tanto para el encendido y apagado de las lámparas sin tener un control sobre el consumo ni las horas que se encuentran encendidas, ocasionando muchas veces consumo innecesario de energía eléctrica.

De aquí que surge la necesidad de intentar aprovechar al máximo la energía eléctrica que nos llega a través de la red de distribución, y así como favorecer el aprovechamiento de la luz natural para obtener un mejor sistema de iluminación que aminore el gasto por consumo de energía eléctrica.

La presente investigación propone un sistema de iluminación inteligente basado en el uso de sensores y actuadores, que en conjunto permitirán la obtención de un sistema más eficiente que brinde iluminación de acuerdo a las condiciones del ambiente; además de reducir el gasto por consumo de energía eléctrica.

Actualmente el primer piso del pabellón V está compuesto por 30 ambientes, por lo tanto, para albergar tal necesidad, será necesario dividir el total en 5 redes a controlar, teniendo como circuito encargado de recibir las señales para cada red y procesarlas al circuito denominado esclavo, el cual indicará las acciones a realizar para cada ambiente a través de los actuadores. Para poder verificar el

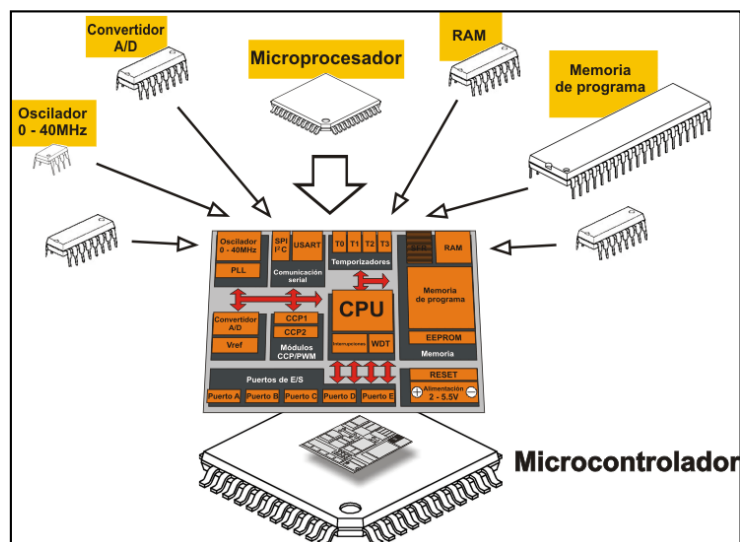
estado del sistema completo, así como manipularlo, se requiere de un circuito denominado maestro, el cual estará conectado a todos los circuitos esclavos y mostrará los datos que tienen éstos respecto al tiempo de uso de las lámparas y el estado de los equipos conectados.

Finalmente se presentará una simulación del sistema, utilizando un circuito maestro y un circuito esclavo con sus diferentes sensores y actuadores para probar el correcto funcionamiento del sistema planteado. Además se mostrará un presupuesto aproximado para la implementación de este sistema, así como el ahorro que lograría obtenerse de implementarlo y los beneficios que traería esto tanto en el aspecto económico como el uso eficiente del recurso energético.

2.2 MARCO CONCEPTUAL.

2.2.1. INTRODUCCIÓN AL MUNDO DE LOS MICROCONTROLADORES

Los estudiantes de electrónica en sus inicios creen que un microcontrolador es igual a un microprocesador, lo cual no es cierto. Se diferencian uno del otro en muchos sentidos. La diferencia más importante es su funcionalidad. Para lograr utilizar al microprocesador en un circuito electrónico para dar solución a un problema real, se debe de conectar con otros componentes tales como memoria, buses de transmisión de datos, etc. Aunque el microprocesador se considera una máquina de computación poderosa, no está diseñado técnicamente para la comunicación con los dispositivos periféricos que se le conectan. Para lograr que el microprocesador se comuniqué con algún periférico, se deben utilizar los circuitos especiales. (learn.mikroe.com, 2009)

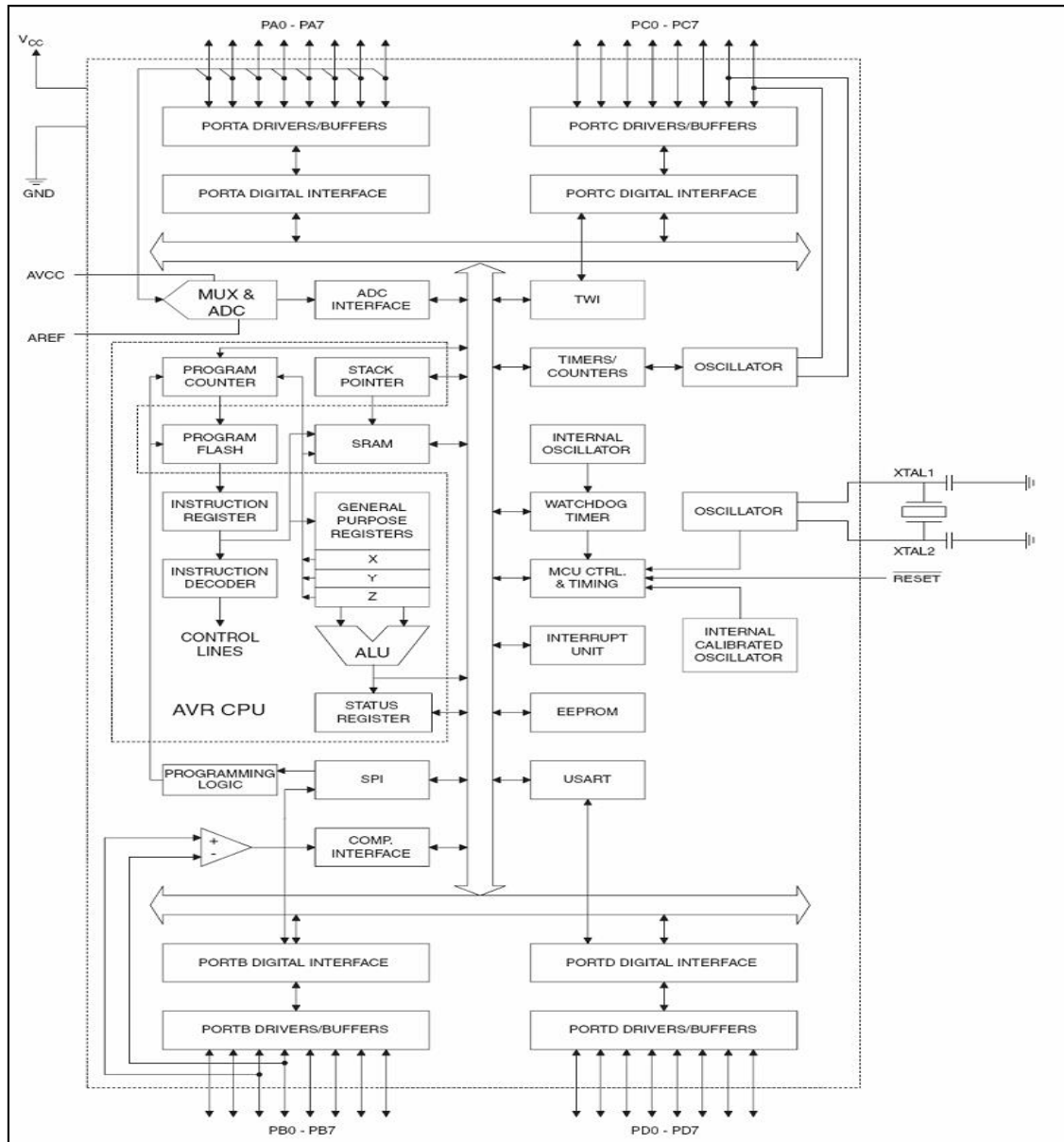


1. FIGURA 2.1 ESQUEMA DE UN MICROCONTROLADOR.

Por otro lado, al microcontrolador se ha diseñado de tal manera que tenga todos los componentes de comunicación con periféricos integrados en el mismo chip. No necesita de otros componentes especializados o circuitos especiales para su aplicación, porque todos los circuitos necesarios, que de otra manera correspondan a los periféricos, ya se encuentran incorporados. Así se ahorra tiempo y espacio necesario para construir un dispositivo. (learn.mikroe.com, 2009)

2.2.1.1. MICROCONTROLADOR ATMEGA32

El ATmega32 es un microcontrolador CMOS de 8 bits a baja potencia basado en arquitectura RISC de AVR. Ejecutando las instrucciones en un solo ciclo de reloj, el ATmega32 alcanza un desempeño de 1 MIPS por MHz permitiendo al diseñador optimizar consumos de potencia contra la velocidad de procesamiento. (ATMEL)



2.FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES INTERNO DEL ATMEGA32. (ATMEL)

“El núcleo AVR posee un conjunto de instrucciones con 32 registros de trabajo de propósito general. Los 32 registros se conectan directamente a la Unidad Aritmética y Lógica (ALU), permitiendo a dos registros solamente acceder en una sola instrucción y sean ejecutadas en sólo un ciclo de reloj. Alcanzando un desempeño de 10 veces más rápido que los microcontroladores con tecnología CISC”. (Anónimo, 2014).

El ATmega32 tiene las características: 32K bytes de memoria Flash programable dentro del sistema, 1024 bytes de EEPROM, 2K bytes de SRAM, 32 líneas de I/O de propósito general, 32 registros de propósito general, Interface JTAG, 3

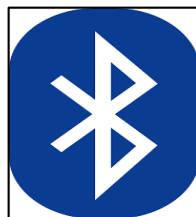
Timers/Contadores con modos de comparación, interrupciones internas y externas, un USART programable, una interface serial orientada a byte de dos líneas, 8 canales de convertidor Analógico Digital de 10 bits, con opción a ser diferenciales, un timer perro guardián (watchdog) con oscilador interno, un puerto serial SPI, y 6 modos de ahorrar potencia (Anónimo, 2014).

El modo de ahorrar potencia salva el contenido de los registros pero congela al oscilador, deshabilitando todas las funciones de CI hasta la próxima interrupción o reinicio del Hardware. En el modo de ahorrar potencia, el timer asíncrono continua corriendo, permitiendo al usuario mantener un tiempo base mientras el resto del dispositivo esta “durmiendo”. Esto permite un ahorro de potencia. El ATmega32 AVR soporta: compiladores en C, macro ensambladores, simuladores en debugger, emuladores dentro del circuito y los kits de evaluación (Forner E. et al, 2014).

2.2.2. BLUETOOTH

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son: (<http://bibing.us.es/>)

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.



3.FIGURA 2.3. LOGO DE LA SEÑAL BLUETOOTH. (<http://bibing.us.es/>)

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sectores de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA,

teléfonos móviles, computadoras portátiles, ordenadores personales, impresoras o cámaras digitales. (<http://bibing.us.es/>)

2.2.2.1 HISTORIA DE BLUETOOTH

El nombre de bluetooth tiene un origen de procedencia nórdica, concretamente del rey de Noruega y Dinamarca llamado Harald Blåtand, cuya traducción literal al inglés sería la de *Harold Bluetooth*. Este noble personaje fue conocido por ser un buenísimo comunicador, el cual hizo la gran gesta de unir las diferentes tribus noruegas, suecas y danesas. (<http://bibing.us.es/>)

2.2.2.2. PRINCIPIOS DEL BLUETOOTH

La primera empresa que creó un equipo de trabajo para investigar sobre sistemas de comunicación entre dispositivos, fue Ericsson, que allá por el año 1994 comenzó la investigación de una nueva interfaz de bajo consumo y coste, destinada al envío y recepción de datos entre teléfonos móviles y otros dispositivos.

No fue hasta el año 1999, cuando se creó el SIG de Bluetooth (*Special Interest Group*), el cual consistía en la unión de diferentes empresas, entre las cuales se encontraban en un primer momento Ericsson, Intel, Nokia, Toshiba e IBM. A estas empresas fundadoras del grupo, tan solo unos meses después se les unieron otras empresas de la tecnología tan importantes como Microsoft, 3COM, Motorola y Lucent. (<http://bibing.us.es/>)

2.2.2.3. VERSIONES DE BLUETOOTH

BLUETOOTH V1.0 Y V1.0B

Los primeros emisores receptores de bluetooth, fueron el v1.0 y v1.0B, los cuales ya están prácticamente obsoletos, y dieron muchísimos problemas a los fabricantes de teléfonos para la interacción entre dispositivos de diferentes compañías, asimismo, tenían el gran defecto que en cada transmisión de datos se enviaba nuestra dirección privada de dispositivo bluetooth, perdiendo así el anonimato que nos pudiese brindar este tipo de conexión inalámbrica. (<http://bibing.us.es/>)

BLUETOOTH V1.1

- Usa el estándar **IEEE 802.15.1-20022**
- Corregidos errores de las versiones anteriores.
- Canales no encriptados añadidos y soportados.
- Añadido el indicador de la señal o también denominado (*RSSI*)

BLUETOOTH V1.2

- Compatibilidad con usb **1.1**.
- Mejora la velocidad de conexión y transferencia de datos.
- Añadida la función de detección de otros dispositivos bluetooth en el radio de actuación.
- Notables mejoras en la calidad del audio.
- **Host Controller Interface (HCI)**
- Nuevo protocolo estándar IEEE 802.15.1-2005.
- Añadido control de flujo y modos de retransmisión L2CAP.

BLUETOOTH V2.0 + EDR

La mejora implementada en esta nueva versión, hace referencia a la opción del propio fabricante del dispositivo de incorporar la EDR (*Enhanced Data Rate*), esto no viene a significar que todos los dispositivos **2.0** vengan con este sistema de transmisión de datos a mayor velocidad, ya que como he comentado es de carácter opcional. Su transferencia máxima de datos es de 3Mb/s. aunque su tasa real máxima sea la de 2.1Mb/s. esta versión mantiene la compatibilidad con la versión anterior de la interfaz bluetooth. (<http://bibing.us.es/>)

BLUETOOTH V2.1 + EDR

Las mejoras de esta nueva versión, son mejoras sustanciales siempre mirando hacia la seguridad de nuestros datos, así de esta manera se ha añadido **Secure Simple Pairing (SSP)**, lo que permite un mejor filtrado de nuestros datos y una seguridad superior a la de la versión anterior. A su vez, se ha mejorado notablemente el consumo de energía, gracias a la nueva tecnología *low power*. (<http://bibing.us.es/>)

BLUETOOTH V3.0 + HS

Este nuevo modelo de la interfaz, fue lanzado en abril de 2009, y su mayor logro es el aumento de la velocidad de transmisión de datos hasta los 24Mb/s., además de incluir una nueva característica la cual hace uso del wifi para el envío y recepción de grandes paquetes de datos, usando el estándar 802.11 de alta velocidad, esta nueva característica es denominada Alternativa MAC / PHY (<http://bibing.us.es/>)

BLUETOOTH V4.0

Esta versión es la más reciente de todas, y fue lanzada en el año 2010, combina la tecnología bluetooth clásica con la conexión inalámbrica vía wifi, para dotar a los dispositivos en los que vienen instalados de una velocidad de emisión y transferencia de datos de nada más y nada menos que de 32Mb/s.. Esta nueva interfaz de bluetooth viene incluida en los más avanzados Smartphones y dispositivos tecnológicos de última generación. (<http://bibing.us.es/>)

BLUETOOTH V4.1

Los responsables del desarrollo de la especificación Bluetooth han presentado una nueva versión. La actualización 4.1 que incorpora novedades importantes de cara al usuario al facilitar la reconexión entre sus dispositivos una vez que estos salen y vuelven a entrar en el radio de acción, y que claramente orienta su uso al internet de las cosas.

Estas novedades facilitan la conexión y reconexión de dispositivos, como hemos dicho, sin la necesidad de que el usuario deba hacer nada, al menos una menor frecuencia de interacción. Además permitirá que un dispositivo funcione tanto como periférico y hub de datos a la par, se mejora el soporte para convivir con otros protocolos como LTE, intercambio de datos más eficientes, etc. (<http://bibing.us.es/>)

BLUETOOTH V4.2

De acuerdo con un comunicado de prensa oficial, la versión 4.2 de la especificación básica Bluetooth salió cerca del final de 2014. Director Ejecutivo del Bluetooth Special Interest Group (SIG) Mark Powell dice que la actualización 4.2 espera continuar haciendo Bluetooth Smart "de la mejor solución para

conectar toda la tecnología en su vida. "Bluetooth Core Especificación 4.2 esperanzas para dar a los desarrolladores y fabricantes más oportunidades de usar Bluetooth y construir una mejor experiencia de usuario para sus consumidores. (<http://bibing.us.es/>)

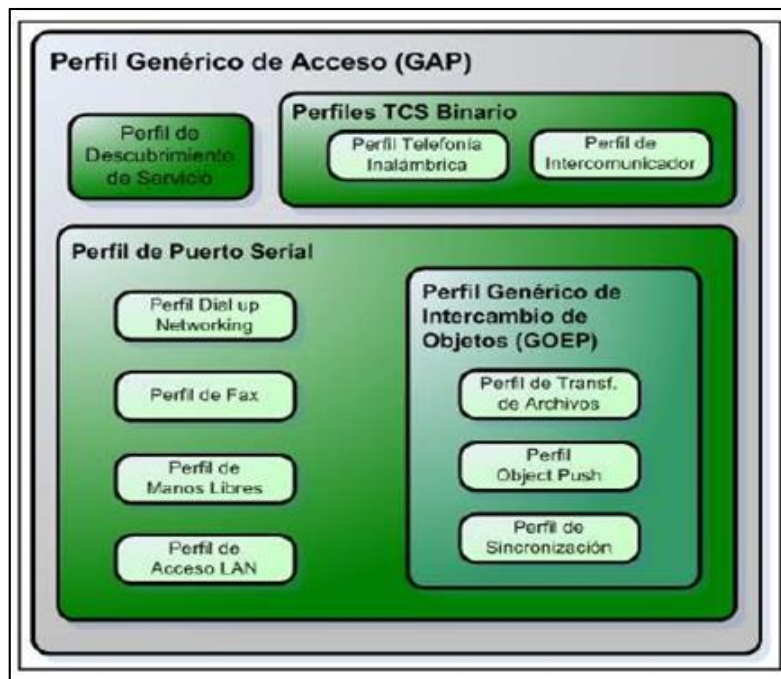
2.2.2.3. PERFILES DE BLUETOOTH

El estándar Bluetooth fue creado para ser usado por un gran número de fabricantes e implementado en áreas ilimitadas. Para asegurar que todos los dispositivos que usen Bluetooth sean compatibles entre sí son necesarios esquemas estándar de comunicación en las principales áreas. Para evitar diferentes interpretaciones del estándar Bluetooth acerca de cómo un tipo específico de aplicación debería ser implementado, el Bluetooth Special Interest Group (SIG), ha definido modelos de usuario y perfiles de protocolo. Un perfil define una selección de mensajes y procedimientos de las especificaciones Bluetooth y ofrece una descripción clara de la interfaz de aire para servicios específicos.

Un perfil puede ser descrito como una “rodaja” completa de la pila de protocolo. Existen cuatro perfiles generales definidos, en los cuales están basados directamente algunos de los modelos de usuario más importantes y sus perfiles. Estos cuatro modelos son: Perfil Genérico de Acceso (GAP), Perfil de Puerto Serial, Perfil de Aplicación de Descubrimiento de Servicio (SDAP) y Perfil Genérico de Intercambio de Objetos (GOEP).

A continuación se hace una breve descripción de estos y algunos otros perfiles Bluetooth. La Figura 2.26 muestra el esquema de los perfiles Bluetooth.

En ella se puede observar la jerarquía de los perfiles, como por ejemplo que todos los perfiles están contenidos en el Perfil Genérico de Acceso (GAP). (<http://bibing.us.es/>)



4.FIGURA 2.4. PERFILES DE BLUETOOTH (<http://bibing.us.es/>)

Perfil Genérico de Acceso (GAP) este perfil define los procedimientos generales para descubrir y establecer una conexión entre dispositivos Bluetooth. El GAP maneja el descubrimiento y establecimiento entre unidades que no están conectadas y asegura que cualquier par de unidades Bluetooth, cualquiera que sea su fabricante o aplicación, puedan intercambiar información a través de Bluetooth para descubrir qué tipo de aplicaciones soportan las unidades. (<http://bibing.us.es/>)

Perfil de Puerto Serial define los requerimientos para dispositivos Bluetooth, necesarios para establecer una conexión de cable serial emulada usando RFCOMM entre dos dispositivos similares. Este perfil solamente requiere soporte para paquetes de un slot, esto significa que pueden ser usadas tasas de datos de hasta 128 Kb/sl. RFCOMM es usado para transportar los datos de usuario, señales de control de modem y comandos de configuración. El perfil de puerto serial es dependiente del GAP.

Perfil de Aplicación de Descubrimiento de Servicio (SDAP) define los protocolos y procedimientos para una aplicación en un dispositivo Bluetooth donde se desea descubrir y recuperar información relacionada con servicios localizados en otros dispositivos. El SDAP es dependiente del GAP.

Perfil Genérico de Intercambio de Objetos (GOEP) define protocolos y procedimientos usados por aplicaciones para ofrecer características de intercambio de objetos. Los usos pueden ser, por ejemplo: sincronización, transferencia de archivos o modelo ObjectPush.

Los dispositivos más comunes que usan este modelo son: agendas electrónicas, PDAs, teléfonos celulares y teléfonos móviles. El GOEP es dependiente del perfil de puerto serial.

Perfil de Telefonía Inalámbrica este perfil define como un teléfono móvil puede ser usado para acceder a un servicio de telefonía de red fija a través de una estación base. Es usado para telefonía inalámbrica de hogares u oficinas pequeñas. El perfil incluye llamadas a través de una estación base, haciendo llamadas de intercomunicación directa entre dos terminales y accediendo adicionalmente a redes externas. Es usado por dispositivos que implementan el llamado “teléfono 3 en 1”.

Perfil de Intercomunicador define los usos de teléfonos móviles, los cuales establecen enlaces de conversación directa entre dos dispositivos. El enlace directo es establecido usando señalización de telefonía sobreBluetooth. Los teléfonos móviles que usan enlaces directos funcionan como walkie-talkies.

Perfil de Manos Libres este perfil define los requerimientos, para dispositivos Bluetooth, necesarios para soportar el uso de manos libres. En este caso el dispositivo puede ser usado como unidad de audio inalámbrico de entrada/salida. El perfil soporta comunicación segura y no segura.

Perfil Dial-up Networking define los protocolos y procedimientos que deben ser usados por dispositivos que implementen el uso del modelo llamado Puente Internet. Este perfil es aplicado cuando un teléfono celular o modem es usado como un modem inalámbrico.

Perfil de Fax este perfil define los protocolos y procedimientos que deben ser usados por dispositivos que implementen el uso de fax. En el perfil un teléfono celular puede ser usado como un fax inalámbrico.

Perfil de Acceso LAN este perfil define el acceso a una red de área local, LAN, usando el protocolo punto-a-punto, PPP, sobre RFCOMM. PPP es ampliamente usado para lograr acceder a redes soportando varios protocolos de red. El perfil soporta acceso LAN para un dispositivo Bluetooth sencillo, acceso LAN para

varios dispositivos Bluetooth y PC-a-PC (usando interconexión PPP con emulación de cable serial).

Perfil Object Push define protocolos y procedimientos usados en el modelo objectpush. Este perfil usa el GOEP. En el modelo objectpush hay procedimientos para introducir en el inbox, sacar e intercambiar objetos con otro dispositivo Bluetooth.

Perfil de Transferencia de Archivos este perfil define protocolos y procedimientos usados en el modelo de transferencia de archivos. El perfil usa el GOEP. En el modelo de transferencia de archivos hay procedimientos para chequear un grupo de objetos de otro dispositivo Bluetooth, transferir objetos entre dos dispositivos y manipular objetos dentro dispositivo. Los objetos podrían ser archivos o folders de un grupo de objetos tal como un sistema de archivos.

Perfil de Sincronización este perfil define protocolos y procedimientos usados en el modelo de sincronización. Éste usa el GOEP. El modelo soporta intercambios de información, por ejemplo para sincronizar calendarios de diferentes dispositivos. (<http://bibing.us.es/>)

2.2.4 DISPOSITIVO BLUETOOTH HC06

El módulo a utilizar para la comunicación Bluetooth entre el sistema Domótico y una Tablet, Celular o PC es el Modulo HC06 que a continuación se describirá. (<https://www.olimex.com>)

En la Figura 2.5, 2.6 se muestra un módulo Bluetooth HC-06



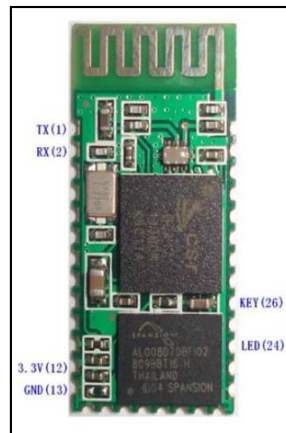
5.FIGURA. 2.5 MÓDULO BLUETOOTH HC06 (<https://www.olimex.com>)

2.2.4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO HC06

- Modulo Bluetooth Slave HC-06
- Protocolo bluetooth: Bluetooth especificación V2.0+EDR
- Frecuencia: 2.4Ghz ISM Band
- Rango de baudios ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
- Default: Slave, 9600 baud rate, N, 8,1. Pincode 1234
- Distancia bluetooth: 10 metros
- Tamaño compacto

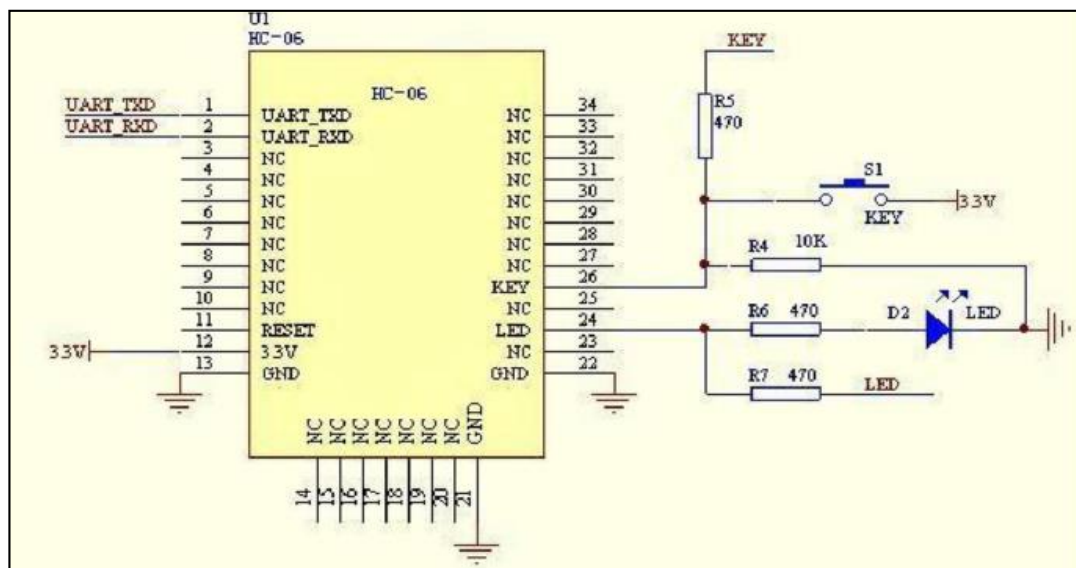
Una de las ventajas principales del **módulo HC-06**, además de su pequeño tamaño y sus buenas características de transmisión y recepción que le brindan un alcance muy amplio (por tratarse de un sistema local **Bluetooth**), es el **bajo consumo de corriente** que posee tanto en funcionamiento, como en modo de espera, es decir, alimentado con energía, pero sin conexión o enlace a otro dispositivo, por ejemplo, un móvil con SO **Android**. (<https://www.olimex.com>)

Otra característica interesante de este módulo es que una vez que ha realizado un enlace con otro dispositivo es capaz de recordarlo en su memoria y no solicita validación alguna ("1234" por defecto), pero si se activa el pin 26 (**KEY**) hacia la tensión de alimentación, esta información se elimina y el **módulo HC-06** solicitará nuevamente la validación del enlace. Otro detalle particular es que su tensión de alimentación de 3,3Volts y su bajo consumo (8mA en transmisión/recepción activa) lo transforman en un dispositivo ideal para trabajar con microcontroladores de la misma tensión de alimentación, logrando de este modo equipos portátiles que pueden ser alimentados durante muchas horas por **baterías recargables o alcalinas AA**, demostrando características excepcionales en aplicaciones médicas, o para actividades recreativas donde la fuente energética debe ser liviana y portátil. (<https://www.olimex.com>)



6.FIGURA 2.6 MÓDULO BUETOOTH HC06 (<https://www.olimex.com>)

2.2.4.2. CONECTANDO EL MODULO BLUETOOTH HC-06 CON MICROCONTROLADOR



7.FIGURA 2.7 CONEXIONES DEL MÓDULO BUETOOTH HC06 (<https://www.olimex.com>)

El primer paso es reconocer que modulo tenemos, para esto debemos conectar la alimentación del módulo a 3.3V, después debemos buscar el dispositivo bluetooth ya sea con la PC o con un celular, el módulo HC-06 será encontrado con el nombre de “**linvor**”.

Ahora debemos configurar nuestro modulo, el HC-06 se puede configurar por medio de comandos **AT** y los valores que podemos modificar son el nombre del dispositivo, la contraseña (**PIN**) para realizar la conexión y el baudrate. Para que los comandos AT funcionen el modulo no debe estar apareado con el dispositivo maestro, debe ser configurado por medio de un microcontrolador o mediante un convertidor usb-serial y la terminal serie en una PC.

Los comandos AT disponibles son los siguientes: (<https://www.olimex.com>)

AT: Sirve como test de comunicación, responde con **OK**

AT+VERSION: Devuelve la versión del firmware del dispositivo, responde con **OKlinvorV1.5**

AT+NAME: Cambia el nombre del dispositivo, por ejemplo **AT+NAMEdispBT1** responde con **OKsetname** y ahora tendrá el nombre de **dispBT1**, el nombre es limitado a 20 caracteres.

AT+PINxxxx: Cambia el pin de seguridad de 4 dígitos, podemos usar **AT+PIN0000** para setear el pin a 0000, responde con **OKsetPIN**, por default viene configurado 1234.

AT+BAUDx : Modifica el baudrate del dispositivo, x puede tomar los siguientes valores

- 1———1200
- 2———2400
- 3———4800
- 4———9600 (Default)
- 5———19200
- 6———38400
- 7———57600
- 8———115200
- 9———230400
- A———460800
- B———921600
- C———1382400

Debes tomar en cuenta que el baudrate máximo que maneja una PC es de 115200, por lo que si estas configurando tu modulo por medio de esta y escoges un baudrate mayor a 115200 perderás la comunicación completamente con el dispositivo, si esto llega a suceder solo podrás reconfigurarlo por medio de un microcontrolador capaz de manejar tal velocidad mayor a 115200. Si la velocidad no es primordial en tu diseño maneja la velocidad de 9600 por default o en caso necesario la de 115200 como máximo. Para 9600 baudios usamos **AT+BAUD4** y responde **OK9600** (<https://www.olimex.com>)

Una vez configurado el dispositivo lo podemos utilizar con un microcontrolador y realizar una comunicación serial de forma transparente.

Nota: Si se está trabajando solo con el chip, debe tomar en cuenta que el fabricante toma el pin TX(1) como la entrada de datos que serán enviados posteriormente por Bluetooth y RX(2) donde salen los datos recibidos por Bluetooth. (<https://www.olimex.com>)

2.2.5. SISTEMA OPERATIVO ANDROID

El sistema operativo Android fue creado originalmente para ser usado en dispositivos móviles de tercera generación pero luego se comenzó a utilizar en otros dispositivos móviles como notebooks, i-pods, mp3s, tablets y ahora se pueden ver hasta en electrodomésticos caseros como lavadoras y microondas.

En el año 2010, Los teléfonos inteligentes con Android ocuparon el primer lugar en ventas en los Estados Unidos. En la actualidad, Android ostenta alrededor del 40% de cuota de mercado a escala mundial en lo que se refiere a teléfonos móviles de tercera generación situándose por delante de Symbian OS e iOS.

Una de las cosas que hacen de Android un sistema operativo para teléfonos móviles distinto a otros como el iOS y Windows Phone es que se desarrolla de forma abierta y se puede ingresar al código fuente así como al listado de incidencias, desde donde podemos ver problemas no resueltos y reportar problemas nuevos. En este artículo conoceremos más acerca de este sistema operativo. (Developers)



8.FIGURA 2.8 LOGO OFICIAL DE ANDROID (Developers)

En el año 2005, Google compro la compañía Android Inc. Lo único que se sabía en ese momento era que Android desarrollaba un software para teléfonos

móviles dando a entender que Google tenía en mente ingresar al mercado de la telefonía celular. (Developers)

El 5 de diciembre del 2007, durante la inauguración de la “Open Handset Alliance” se estreno Android como una plataforma de soporte para equipos móviles creados en la versión 2.6 del kernel de Linux. Desde entonces el avance de Android ha sido ascendente y hoy es uno de los sistemas operativos para móviles más usados del mundo. (Developers)

2.2.5.1. CARACTERÍSTICAS :

Entre las principales características que posee Android podemos mencionar:

- **Conectividad:** Soporta tecnologías de conectividad como Wi-Fi, Bluetooth, GSM/EDGE, UMTS, WiMAX y otras más.
- **Mensajería:** Las formas más comunes como SMS y MMS están disponibles además del servicio PushMessaging de Android.
- **Video llamada:** Por medio de la versión HoneyComb, Android soporta video llamadas a través de Google Talk.
- **Soporte multimedia:** Puede soportar los formatos más conocidos como JPEG, MP3, MPEG-4, WAV, además de otros como WebM, H.263 y H.264.
- **Multi- táctil:** Android cuenta con soporte base para equipos móviles con pantallas multi –táctiles.
- **Almacenamiento:** Posee una base SQLite, la cual es utilizada para almacenamiento de datos. (Developers)

PROGRAMACIÓN:

El desarrollo de aplicaciones para Android es sumamente sencillo y lo único que se necesita es un conocimiento básico de Java y poseer el kit de desarrollo de software provisto por Google. Este kit puede ser descargado completamente gratis. (Developers)

DISPOSITIVOS:

Android es el sistema operativo con mayor presencia en dispositivos móviles como notebooks, tablets, i-pods, reproductores de mp3 y más. Android es uno de los sistemas operativos que ha logrado establecerse firmemente en el mercado en poco tiempo y además es el sistema con el mayor potencial de desarrollo en el mundo de la telefonía móvil. (Developers)

Se calcula que en el actualidad hay más 400 000 aplicaciones para Android y que diariamente se activan alrededor de 500 000 equipos móviles. (Developers)

2.2.6. PROGRAMACION EN APPINVENTOR

Google App Inventor fue una aplicación de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. De forma visual ya partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones fruto de App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

Con Google App Inventor, se espera un incremento importante en el número de aplicaciones para Android debido a dos grandes factores: la simplicidad de uso, que facilitará la aparición de un gran número de nuevas aplicaciones; y el Android Market , el centro de distribución de aplicaciones para Android donde cualquier usuario puede distribuir sus creaciones libremente. (<http://www.appinventor.org/>)

2.2.6.1 HISTORIA

La aplicación se puso a disposición el 12 de julio de 2010 y está dirigida a personas que no están familiarizadas con la programación con ordenadores. En la creación de App Inventor, Google se basó en investigaciones previas significativas en informática educativa. Fue creada a mediados del 2009 el profesor Harold Abelson del MIT.

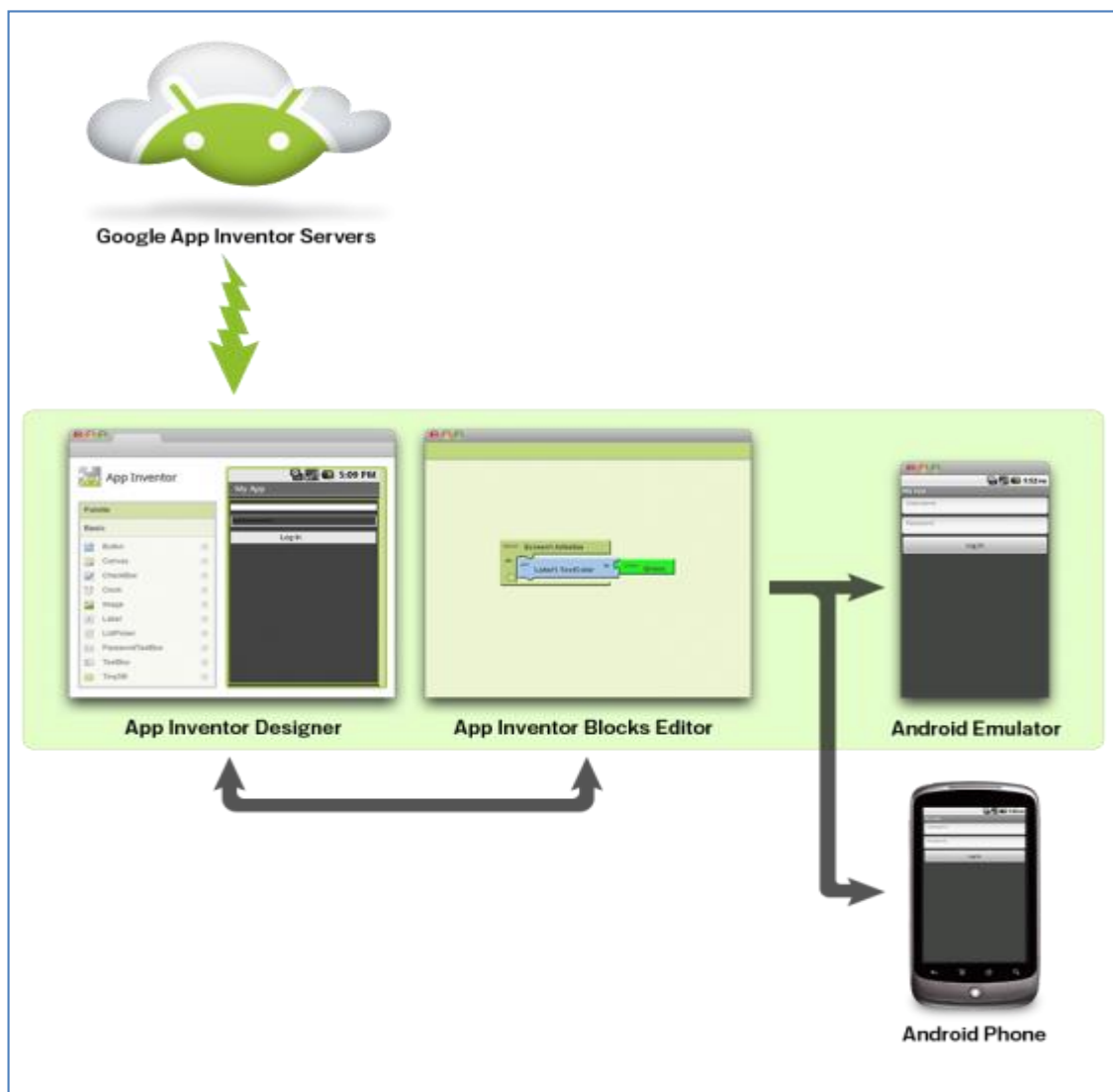
Antes de salir al mercado se ha probado en diferentes centros educativos y la han utilizado desde niños de 12 años hasta licenciados universitarios sin nociones de programación.

A principio de agosto de 2011 **Google anunció que ya no mantendría esta aplicación**, pero que la haría código libre destinado a la educación. Una semana después el **Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)**, una institución de educación superior privada situada en Cambridge, Massachusetts (EE.UU.), **anunció que se haría cargo del proyecto**. (<http://www.appinventor.org/>)

El 31 de diciembre de 2011 App Inventor de Google dejó de funcionar. El 4 de marzo de 2012, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) volvió a poner el proyecto en Internet. (<http://www.appinventor.org/>)

2.2.6.2 CARACTERISTICAS

El editor de bloques de la aplicación utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques. Estas librerías están distribuidas por Massachusetts Institute of Technology(MIT) bajo su licencia libre (MIT License). El compilador que traduce el lenguaje visual de los bloques para la aplicación en Android utiliza Kawa como lenguaje de programación, distribuido como parte del sistema operativo GNU de la Free Software Foundation (<http://www.appinventor.org/>)



9.FIGURA 2.9. PROGRAMANDO EN APPINVENOR (<http://www.appinventor.org/>)

El App inventor **no es un programa que se baja al ordenador**. Funciona en **cloudcomputing**, el programa funciona mediante la conexión a Internet, se trabaja con el programa conectado directamente al servidor de App inventor. Es como una página web y en ella realizas las operaciones.

Para que funcione se necesita **tener instalado JAVA**. También asociar el correo del usuario a Google, esto se realiza inmediatamente sin dificultad.

Para crear una aplicación con app inventor hay que realizar los siguientes pasos:

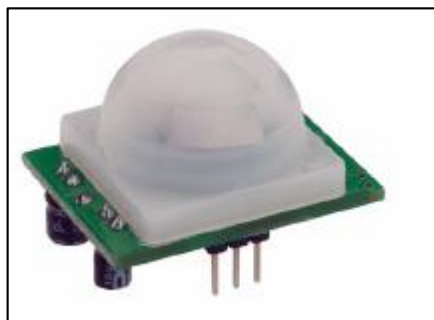
- El diseño de la aplicación, en la que se seleccionan los componentes para su aplicación.
- El editor de bloques, donde se ira escogiendo los bloques que sean necesarios según la aplicación
- La aplicación aparecerá paso a paso en la pantalla del celular o tableta a medida que se añada piezas a la misma.
- Cuando se termina, se empaqueta la aplicación y se produce una aplicación independiente para instalar.
- Si no se tienes un celular o tableta Android, se puede construir las aplicaciones utilizando el emulador de Android , el software que se ejecuta en la computadora y se comporta como el celular.
- El entorno de desarrollo de App aplicación es compatible con Mac OS X, GNU / Linux y sistemas operativos de Windows, y varios modelos de teléfonos Android populares. Las aplicaciones creadas con App Inventor se pueden instalar en cualquier teléfono Android.
- En el diseñador escogeremos los componentes que vayamos a utilizar en nuestra aplicación, según nos interese. (<http://www.appinventor.org/>)

2.2.7. SENSOR PIR

2.2.7.1 TEORIA DE OPERACIÓN

El sensor (PIR) “Passive Infra Red” es un dispositivo piro electrico que mide cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor a una distancia máxima de 6 metros. Como respuesta al movimiento, el sensor cambia de nivel lógico de un pin”, por lo cual, su uso es

extremadamente simple. Adicionalmente es un sensor de bajo costo y reducido a tamaño muy utilizado en sistemas de alarmas, iluminación controlada por movimientos y aplicaciones de robótica. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)



10.FIGURA 2.10 SENSOR PIR (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

Los sensores PIR o detectores de infrarrojo pasivo, son los sensores para protección espacial más comunes. Los sensores PIR detectan los cambios de temperatura dentro del área protegida monitoreando la radiación infrarroja, una forma de energía térmica que irradian todos los seres vivos.

Cuando un intruso ingresa a una zona protegida, el detector PIR nota el rápido cambio de la radiación infrarroja. Si está correctamente ubicado e instalado, el sensor ignora todos los cambios normales y graduales de los niveles de energía infrarroja provocados por la luz solar y los sistemas de calefacción.

Típicamente los detectores de infrarrojo pasivo pueden monitorear un área de 20 pies por 30 pies, o bien un pasillo angosto de alrededor de 50 pies de longitud, dependiendo de cómo se posicionen la unidad. No penetra muros ni otros objetos macizos, de manera que los sensores PIR son más fáciles de regular que los detectores de microondas. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

Tal vez el mayor inconveniente de los detectores de infrarrojo pasivo es que no pueden "ver" la totalidad de una habitación simultáneamente. Un PIR tiene patrones de detección específicos y limitados, que son determinados por su lente. Una manera de visualizar un patrón de detección es imaginar cinco o más largos dedos invisibles que salen del PIR en diferentes direcciones. Algunos pueden apuntar hacia abajo; algunos hacia arriba; otros horizontalmente. Además, imagine que la alarma se activa cuando alguien toca uno de los dedos. Seguramente ya se ha dado cuenta que los espacios entre los dedos no son cubiertos por el sensor PIR.

Teóricamente éste problema se podría solucionar instalando múltiples PIR en la misma habitación. Pero aún así no se podría cubrir todos y cada uno de los puntos de la habitación. Sin embargo, y más importante todavía, rara vez se necesita más de uno de estos sensores en una habitación. La solución al problema mencionado consiste en elegir el tipo de lente correcto que permita lograr la cobertura para la habitación o área que desea proteger. A menos que quiera que su sistema de alarma le avise cada vez que una hormiga ingresa a su casa, no hay necesidad de cubrir con sensores PIR cada pulgada cuadrada de una habitación. Sólo necesita que detecte la presencia de intrusos. Hágase la siguiente pregunta: Si alguien entrara a este lugar por dónde tendría que pasar? Recuerde: como en realidad los detectores PIR no emiten nada los intrusos no pueden ver el patrón de detección.

Algunos detectores de infrarrojo pasivo vienen con lentes intercambiables y ofrecen una amplia variedad de patrones de detección. Uno de estos patrones, llamado "corredor de mascotas," se forma dejando libres unos pocos pies a partir del piso para permitir que las mascotas se muevan libremente sin activar la alarma. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

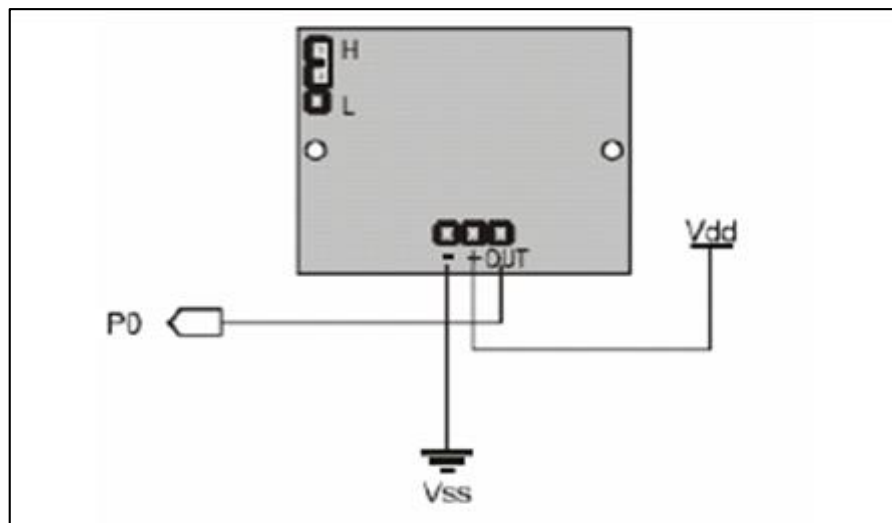
Los sensores PIR cuádruples ("Quad") consisten en dos sensores de elemento dual en un solo chasis. Cada sensor tiene circuitos procesadores independientes, es decir que el detector es básicamente dos sensores en uno. Los sensores cuádruples reducen las falsas alarmas porque ambos PIR deben detectar la presencia de un intruso antes de activar la alarma. Por ejemplo, uno de los PIR puede detectar un ratón pero sería demasiado pequeño para que ambos lo detectaran simultáneamente. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

Combinando un detector de infrarrojo pasivo con un detector de microondas se obtienen los dispositivos de tecnología dual o "dual-tech." Estos dispositivos de tecnología dual sólo activan una alarma cuando ambos tipos de sensores detectan una violación. Un movimiento que podría activar el sistema de microondas no afectará un sistema de tecnología dual porque el elemento de infrarrojo pasivo no notaría simultáneamente un cambio de la radiación infrarroja. Los dispositivos de tecnología dual pueden ser costosos, y es por este motivo que se utilizan fundamentalmente para aplicaciones comerciales y en residencias de lujo. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

2.2.7.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Voltaje de alimentación=5vdc
- Rango de medición=hasta 6 metros
- Salida=estado de un pin ttl
- Polaridad de activación de salida seleccionable.
- Mínimo tiempo de calibración

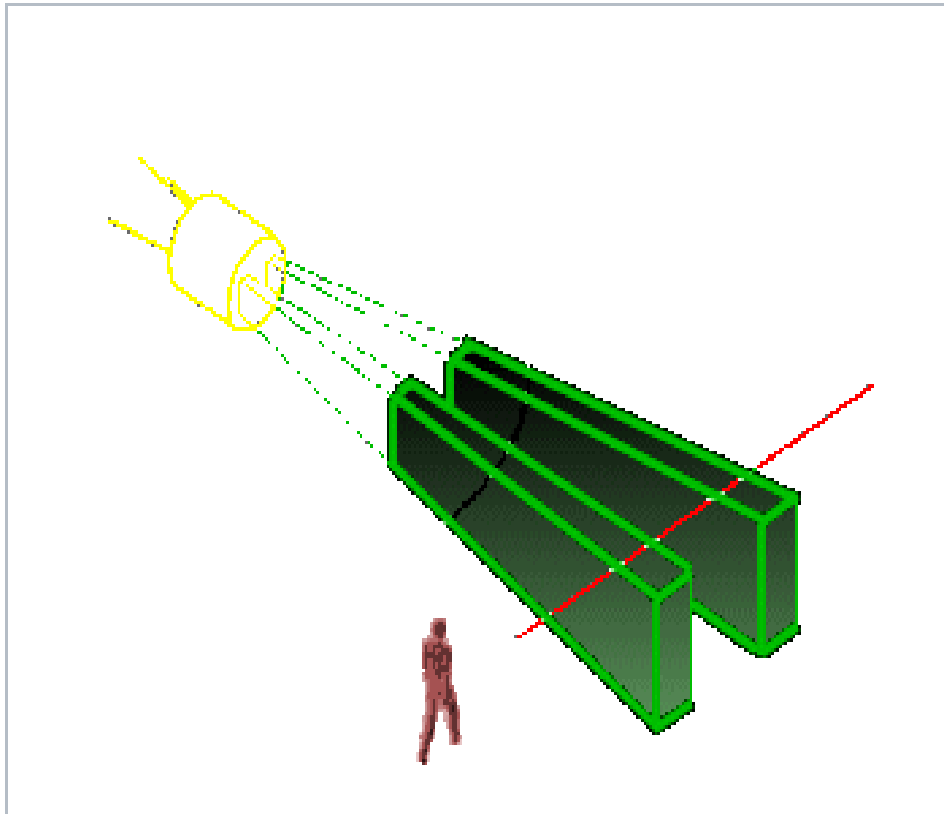
El sensor PIR cuenta solamente con tres pines . Dos de ellos se utilizan para la alimentación y el restante es la salida de detección del movimiento. La conexión a la microcontroladora requiere el uso de este solo Terminal. La figura muestra cómo se conectará el PIR .



11.FIGURA 2.11 CONEXIÓN DEL SENSOR PIR. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

- **LOS SENSORES DE MOVIMIENTO PIR**
 - **TIENEN MÁS RANGO DE ACCION**
 - **PERO SON AFECTADOS POR CAMBIOS DE TEMPERATURA**
 - **Y NO SE PUEDEN INSTALAR EN EL EXTERIOR**

El amplificador es un filtro activo pasabajo de 10Hz para rechazar ruido de alta frecuencia y es seguido por un comparador de la ventana que responda a las transiciones positivas y negativas de la señal de salida del sensor.



12.FIGURA 2.12 FUNICIONAMIENTO DEL SENSOR PIR

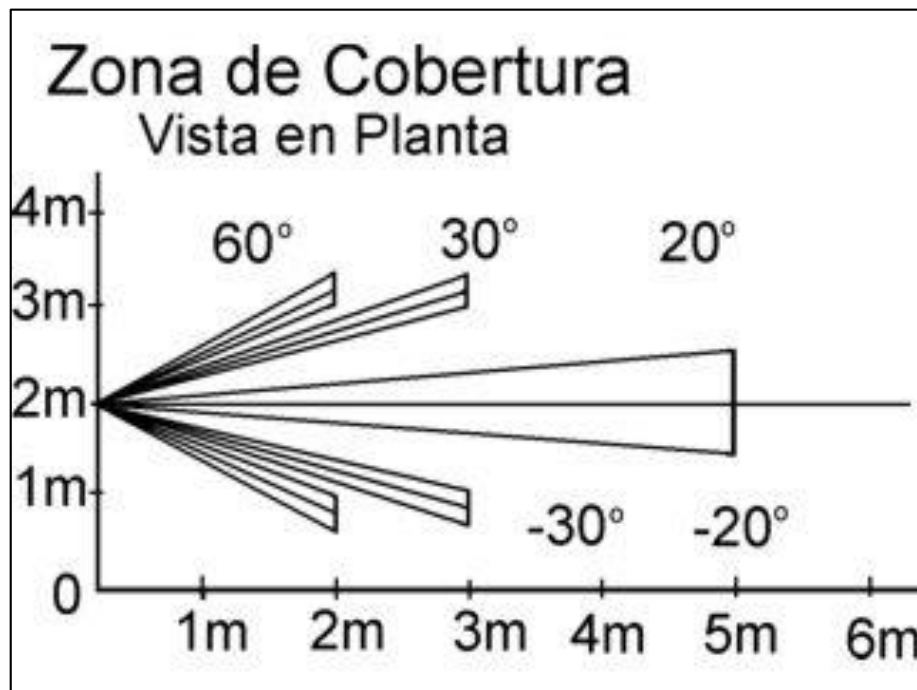
(<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

El sensor PIR tiene dos elementos de detección conectados en una configuración tal que cancela las señales causadas por la vibración, los cambios de temperatura y la luz del sol. Un cuerpo que pasa delante del sensor activará este mientras que otras fuentes afectarán ambos sensores simultáneamente y serán canceladas. La fuente de la radiación debe pasar a través de los 2 sensores en forma secuencial.

El sensor pir detector de movimientos por infrarrojos resulta muy adecuado para su empleo en robots, gracias a su pequeño tamaño y bajo consumo. El sensor incluye una lente tipo fresnel de plástico que le proporciona un alcance de 5 metros y un ángulo de detección de 60 °. La señal de salida es compatible TTL y la alimentación es de 5V con un consumo de tan solo 350 uA mientras esta en reposo. Sus reducidas dimensiones de solo 25 x 35 x 18 mm hacen posible su utilización en todo tipo de robots y dispositivos sensores. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

2.2.7.3. CALIBRACION

Al energizarse el sensor PIR se requiere de un tiempo de preparación para comenzar a reparar. Esto se debe a que tiene que ocurrir la adaptación a las condiciones propias de la operación del ambiente donde fue instalado. Durante este período el sensor “aprender” a reconocer el estado de reposo o no movimiento del ambiente. La duración de esta calibración puede estar entre 10 y 60 segundos y es altamente recomendable de personas de la vecindad del sensor mientras se calibra. (<http://www.electrobiomedical.com.co/>)



13.FIGURA 2.13 AREA DE COBERTURA DEL SENSOR PIR

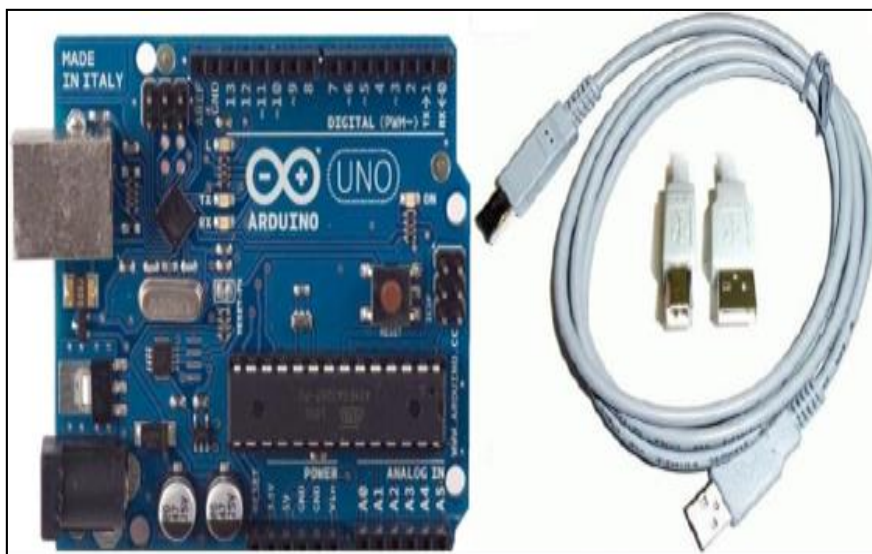
(<http://www.electrobiomedical.com.co/>)

2.2.8. ARDUINO UNO

Para la realización del proyecto se utilizó la tarjeta ARDUINO UNO el cual está basado en el microcontrolador ATMEGA328 (FIGURA. 2.14) el cual se describe a continuación:

Arduino es una herramienta para hacer que los ordenadores puedan sentir y controlar el mundo físico a través de tu ordenador personal. Es una plataforma de desarrollo de computación física (physical computing) de código abierto, basada en una placa con un sencillo microcontrolador y un entorno de desarrollo para crear software (programas) para la placa. Puedes usar Arduino para crear objetos interactivos, leyendo datos de una gran variedad de interruptores y sensores y controlar multitud de tipos de luces, motores y otros actuadores físicos. Los proyectos con Arduino pueden ser autónomos o comunicarse con un programa (software) que se ejecute en tu ordenador. La placa puede ser ensamblada por uno mismo o comprarla ya lista para usar, y el software de desarrollo es abierto y se puede descargar gratis desde la página www.arduino.cc/en/ (<http://www.uca.es/>)

El Arduino puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.



14.FIGURA. 2.14. ARDUINO UNO CON CABLE DE GRABACIÓN. (<http://www.uca.es/>)

2.2.8.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ARDUINO

Tabla 1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ARDUINO

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current for I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

(<http://www.uca.es/>)

2.2.8.2. PINES DE ALIMENTACIÓN DE PLACA ARDUINO

Los pines de alimentación se muestran en la FIGURA. 2.15. El ARDUINO se puede alimentar con voltaje mediante la conexión USB o mediante una fuente externa (recomendada de 7-12V), vamos a tener unas salidas de tensión continua debido a unos reguladores de tensión y condensadores de estabilización. Estos pines son: (<http://www.uca.es/>)

VIN: se trata de la fuente tensión de entrada que contendrá la tensión a la que estamos alimentando al Arduino mediante la fuente externa.

5V: fuente de tensión regulada de 5V, esta tensión puede venir ya sea de pin VIN a través de un regulador interno, o se suministra a través de USB o de otra fuente de 5V regulada.

3.3V: fuente de 3.3 voltios generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA.

GND: pines de tierra.



15.FIGURA. 2.15. ARDUINO UNO - SE INDICA LOS PINES DE ALIMENTACIÓN.

(<http://www.uca.es/>)

2.2.8.3. ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

Cada uno de los 14 pines digitales se puede utilizar como una entrada o salida. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 kOhm. Además, algunos pines tienen funciones especializadas como:

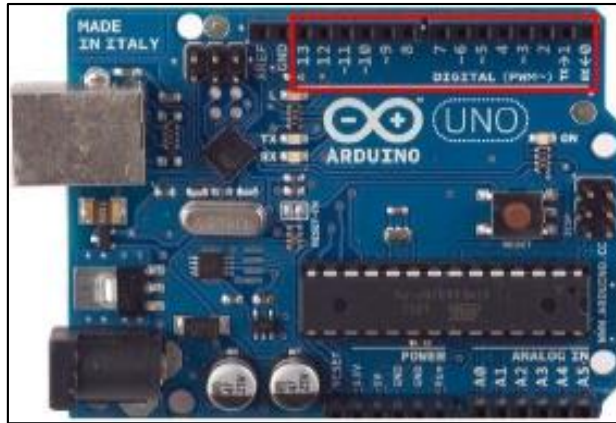
Pin 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y la transmisión (TX) de datos serie TTL.

Pin 2 y 3. Interrupciones externas. Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario.

Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11. PWM (modulación por ancho de pulso). Constituyen 8 bits de salida PWM con la función `analogWrite()`.

Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines son de apoyo a la comunicación SPI.

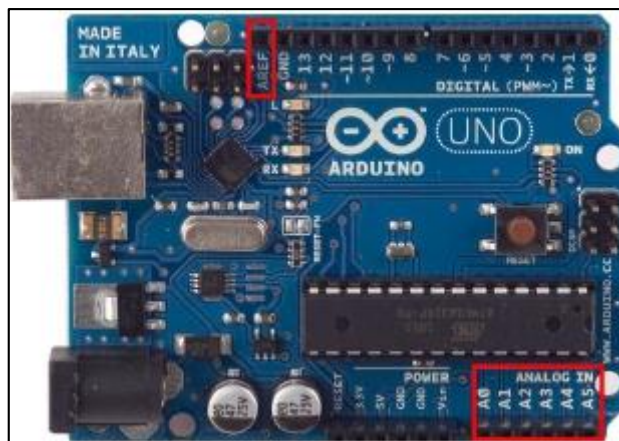
Pin 13. LED. Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el valor está bajo, es apagado.
(<http://www.uca.es/>)



16.FIGURA 2.16. ARDUINO UNO INDICANDO LAS ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES.
(<http://www.uca.es/>)

2.2.8.4. ENTRADAS ANALÓGICAS

El Arduino posee 6 entradas analógicas, etiquetadas desde la A0 a A5, cada una de las cuales ofrecen 10 bits de resolución (es decir, 1024 estados). Por defecto, tenemos una tensión de 5V, pero podemos cambiar este rango utilizando el pin de AREF y utilizando la función `analogReference()`, donde le introducimos una señal externa de continua que la utilizara como referencia. (<http://www.uca.es/>)

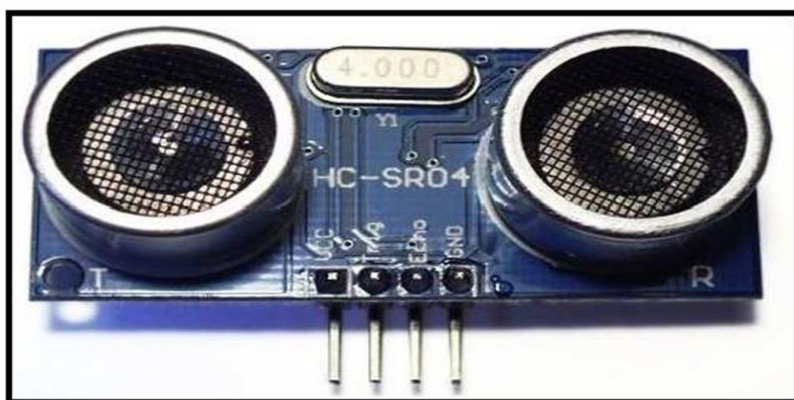


17.FIGURA 2.17. ARDUINO UNO INDICANDO ENTRADAS ANALÓGICAS.
(<http://www.uca.es/>)

2.2.9. SENSOR HC-SR04

En la figura 2.18 se muestra un sensor ultrasónico. Los ultrasonidos son una radiación mecánica de frecuencia superior a los audibles (20Khz). Toda radiación al incidir sobre un objeto, en parte se refleja, en parte se transmite y en parte es absorbida. Si además hay un movimiento relativo entre la fuente de radiación y el reflector, se produce un cambio de frecuencia de la radiación (Efecto Doppler). Todas estas propiedades de la interacción de una radiación con un objeto han sido aplicadas en mayor o menor grado a la medida de diversas magnitudes físicas. El poder de penetración de la radiación permite que muchas de estas aplicaciones sean totalmente no invasivas, es decir, que no acceda al interior del recinto donde se producen los cambios que se desean detectar. (Diego)

En función del tiempo que tarda el sonido en rebotar y volver, se calcula la distancia a la que se encuentra dicho objeto.



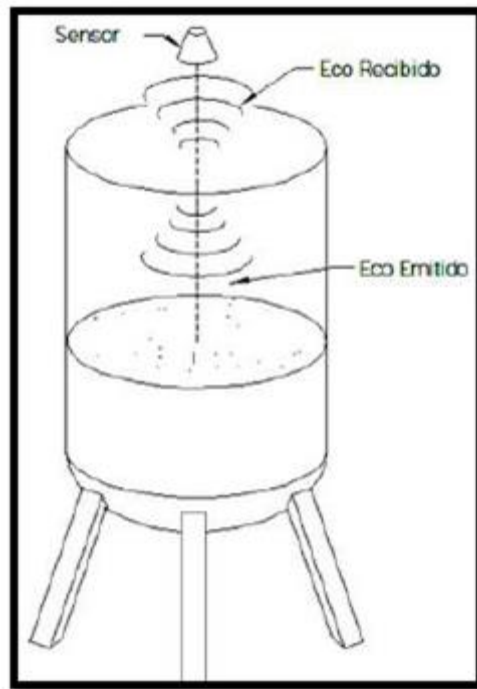
18.FIGURA 2.18 SENSOR DE ULTRASONIDO HC-SR04 (Diego)

2.2.9.1 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR ULTRASÓNICO

El ultrasonido es sonido exactamente igual al que escucha el ser humano normalmente, pero con una frecuencia mayor a la máxima audible por el oído humano. Ésta comienza desde unos 16 Hz y tiene un límite superior de aproximadamente 20 KHz, mientras que se va a utilizar sonido con una frecuencia de 40 KHz. A este tipo de sonidos es a lo que se denomina Ultrasonidos. (Diego)

El funcionamiento básico de los sensores ultrasónicos como medidores de distancia se muestra en la figura 2.19, donde se tiene un receptor que emite un

pulso de ultrasonido, el cual rebota sobre un determinado objeto y la reflexión de ese pulso es detectada por un receptor de ultrasonidos. (Diego)



19.FIGURA 2.19 FUNCIONAMIENTO SENSOR DE ULTRASONID (Creus, 2013)

La mayoría de los sensores de ultrasonido de bajo costo se basan en la emisión de un pulso de ultrasonido cuyo lóbulo, o campo de acción, es de forma cónica.

Midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión del sonido y la percepción del eco se puede establecer la distancia a la que se encuentra el obstáculo que ha producido la reflexión de la onda sonora, mediante la ecuación:

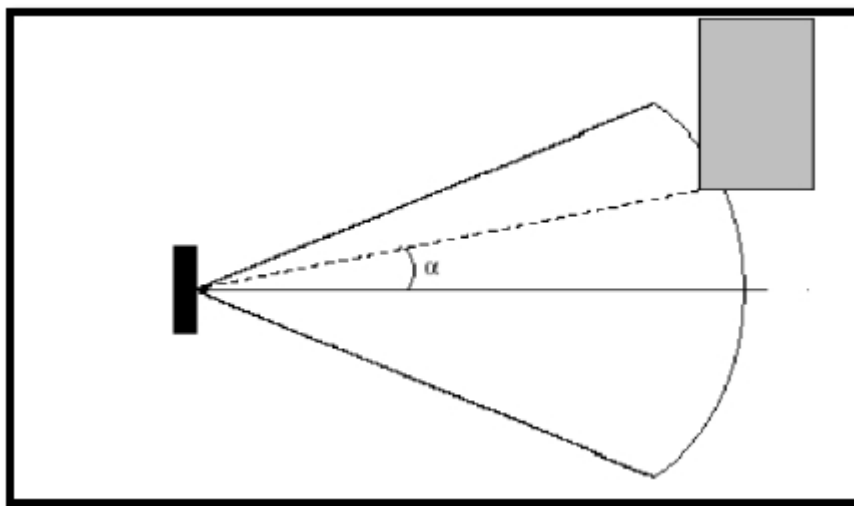
$$d = \frac{1}{2} V \cdot t$$

Donde V es la velocidad del sonido en el aire y t es el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso.

A pesar de que su funcionamiento parece muy sencillo, existen factores inherentes tanto a los ultrasonidos como al mundo real, que influyen de una forma determinante en las medidas realizadas. Por tanto, es necesario un

conocimiento de las diversas fuentes de incertidumbre que afectan a las medidas para poder tratarlas de forma adecuada, minimizando su efecto en el conocimiento del entorno que se desea adquirir. Entre los diversos factores que alteran las lecturas que se realizan con los sensores de ultrasonido cabe destacar:

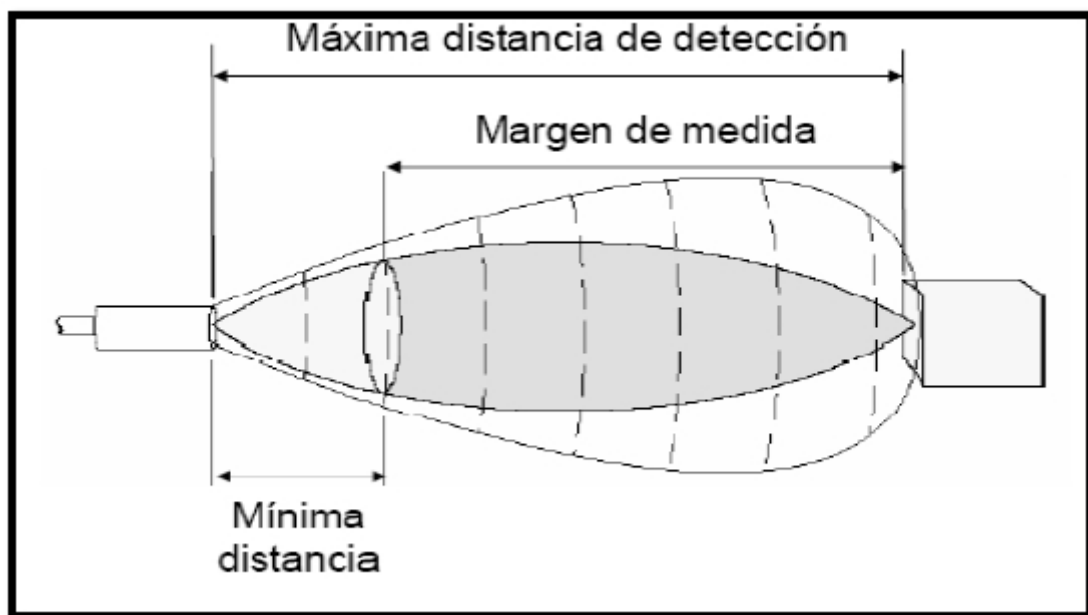
El campo de actuación del pulso que se emite desde un transductor de ultrasonido tiene forma cónica. El eco que se recibe como respuesta a la reflexión del sonido indica la presencia del objeto más cercano que se encuentra dentro del cono acústico y no especifica en ningún momento la localización angular del mismo, como se muestra en la figura 2.35. Aunque la opción de que el objeto detectado esté sobre el eje central del cono acústico, la posibilidad que el eco se haya producido por un objeto presente en la periferia del eje central no es en absoluto despreciable y ha de ser tenida en cuenta y tratada convenientemente (Diego)



20.Figura 2.20. Incertidumbre angular en la medida de un ultrasonido (Diego)

La cantidad de energía acústica reflejada por el obstáculo depende en gran medida de la estructura de su superficie. Para obtener una reflexión altamente difusa del obstáculo, el tamaño de las irregularidades sobre la superficie reflectora debe ser comparable a la longitud de onda de la onda de ultrasonido incidente. (Diego)

En los sensores de ultrasónicos de bajo coste se utiliza el mismo transductor como emisor y receptor. Tras la emisión del ultrasonido se espera un determinado tiempo a que las vibraciones en el sensor desaparezcan y esté preparado para recibir el eco producido por el obstáculo. Esto implica que existe una distancia mínima d (proporcional al tiempo de relajación del transductor) a partir de la cual el sensor mide con precisión. Por lo general, todos los objetos que se encuentren por debajo de esta distancia, d , serán interpretados por el sistema como que están a una distancia igual a la distancia mínima, como se muestra en la figura 2.21



21.FIGURA 2.21 MÁRGENES DE DETECCIÓN DE UN SENSOR ULTRASÓNICO (Diego)

Los factores ambientales tienen una gran repercusión sobre las medidas ya que las ondas de ultrasonido se mueven por un medio material que es el aire.

La densidad del aire depende de la temperatura, influyendo este factor sobre la velocidad de propagación de la onda según la expresión:

$$V_s = V_{so} \sqrt{1 + \frac{T}{273}}$$

Siendo V_{so} la velocidad de propagación de la onda sonora a 0 °C, y T la temperatura absoluta (grados Kelvin). (Diego)

2.2.9.3 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO EN DETALLE DEL SENSOR HC-SR04

Es un sensor de distancias por ultrasonidos desarrollado por la firma DEVANTECH Ltda. Capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 1,7 a 431 cm. (<http://www.micropik.com/>)

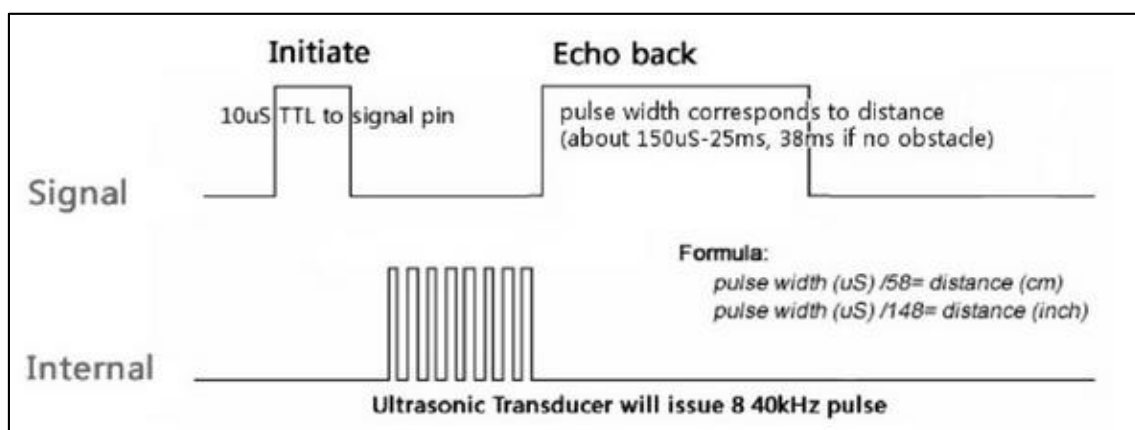
El sensor funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica encargada de hacer la medición. Su uso es tan sencillo como enviar el pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno. De muy pequeño tamaño, el sensor se destaca por su bajo consumo, gran precisión y bajo precio. (<http://www.micropik.com/>)

El sensor funciona emitiendo impulsos de ultrasonidos inaudibles para el oído humano. Los impulsos emitidos viajan a la velocidad del sonido hasta alcanzar un objeto, entonces el sonido es reflejado y captado de nuevo por el receptor de ultrasonidos. Lo que hace el controlador incorporado es emitir una ráfaga de impulsos y a continuación empieza a contar el tiempo que tarda en llegar el eco. Este tiempo se traduce en un pulso de eco de anchura proporcional a la distancia a la que se encuentra el objeto. Registrando la duración del pulso es posible calcular la distancia en pulgadas, centímetros o en cualquier otra unidad de medida. Si no se detecta nada, entonces el HC-SR04 baja el nivel lógico de su línea de eco después de 30mS. (<http://www.micropik.com/>)

El HC-SR04 proporciona un pulso de eco proporcional a la distancia. Si el ancho del pulso se mide en μ S, el resultado se debe dividir entre 58 para saber el equivalente en centímetros, y entre 148 para saber el equivalente en pulgadas. μ S/58=cm o μ S/148=pulgadas. El HC-SR04 puede activarse cada 50mS, o 20 veces por segundo. Debería esperar 50ms antes de la siguiente activación,

incluso si el HC-SR04 detecta un objeto cerca y el pulso del eco es más corto. De esta manera se asegura que el "bip" ultrasónico ha desaparecido completamente y no provocará un falso eco en la siguiente medición de distancia.¹⁷

Desde un punto de vista práctico, lo que hay que hacer es mandar una señal de arranque en el pin 3 del HC-R04 y después leer el ancho del impulso que proporciona en el pin 2. Externamente se aplica, por parte del usuario, un pulso de disparo o trigger de 10 μ S de duración mínima. Se inicia la secuencia. El módulo transmite un tren de pulsos o "burst" de 8 ciclos a 40KHz. En ese momento la señal de salida ECO pasa a nivel "1". Cuando la cápsula receptora recibe la señal transmitida como consecuencia de haber rebotado en un objeto (eco), esta salida pasa de nuevo a nivel "0". El usuario debe medir la duración del pulso de esta señal, es decir, el tiempo en que la señal eco se mantiene a "1". Con objeto de que el módulo se estabilice, se debe dejar un lapsus de tiempo de unos 20ms mínimo entre el momento en que la señal de eco pasa a "0" y un nuevo pulso de disparo que inicie el siguiente ciclo o medida. Esto permite realizar medidas cada 50ms o lo que es igual a 20 medidas por segundo. La duración del pulso eco de salida varía entre 100 μ s y 25ms, en función de la distancia entre las cápsulas del módulo y el objeto. La velocidad del sonido es de 29,15 μ s/cm que, como realiza un recorrido de ida y vuelta, queda establecida en 58,30 μ s/cm. Así pues el rango mínimo que se puede medir es de 1,7 cm (100 μ s/58) y el máximo de 431 cm (25ms/58). En la Figura 2.22 se muestra diagrama de tiempos. (<http://www.micropik.com/>)



22.FIGURA 2.22 DIAGRAMA DE TIEMPOS DEL SENSOR HC-SR04
(<http://www.micropik.com/>)

2.2.10. SISTEMA DE COMUNICACIONES MOVILES

2.2.10.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES.

El propósito de un sistema de comunicaciones móvil es, como su nombre indica, prestar servicios de telecomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrenas fijas, o entre dos estaciones móviles. Existen dos formas de comunicaciones móviles: inalámbrica y celular.

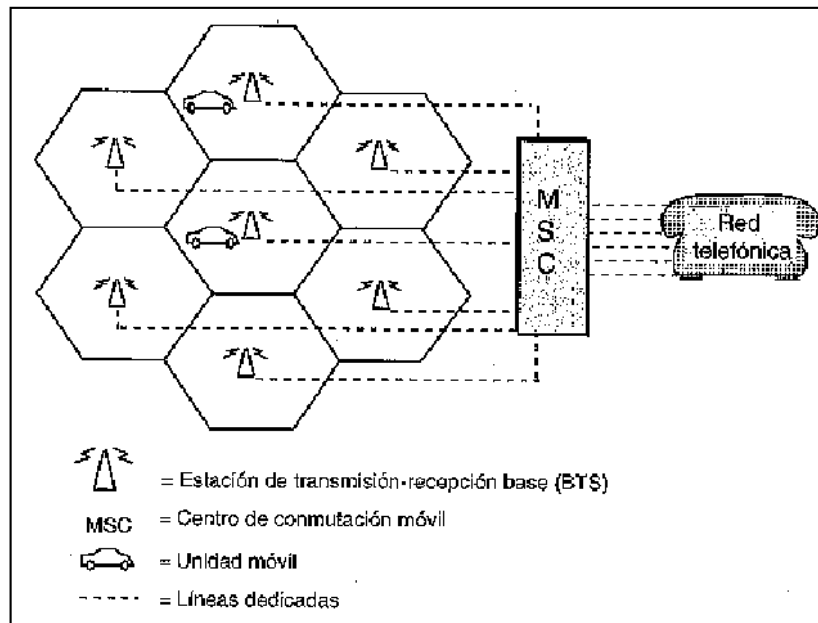
- Comunicación inalámbrica: El radio de acción de esta tecnología es muy limitado. De hecho los equipos móviles y los de transmisión-recepción deben estar situados en zonas geográficas muy cercanas, como por ejemplo, dentro de un mismo edificio.
- Comunicación celular: Tiene una red totalmente definida que incluye protocolos para establecer y despejar llamadas así como rastrear las unidades móviles dentro de áreas geográficas definidas llamadas células, que dan nombre a la tecnología. Dado que los sistemas celulares operan con una potencia más alta que los inalámbricos, el radio de acción de los primeros es mucho más extenso, siendo el tamaño de las células del orden de kilómetros. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.10.2. TOPOLOGÍA DE UN SISTEMA CELULAR.

Los componentes principales de un sistema celular son:

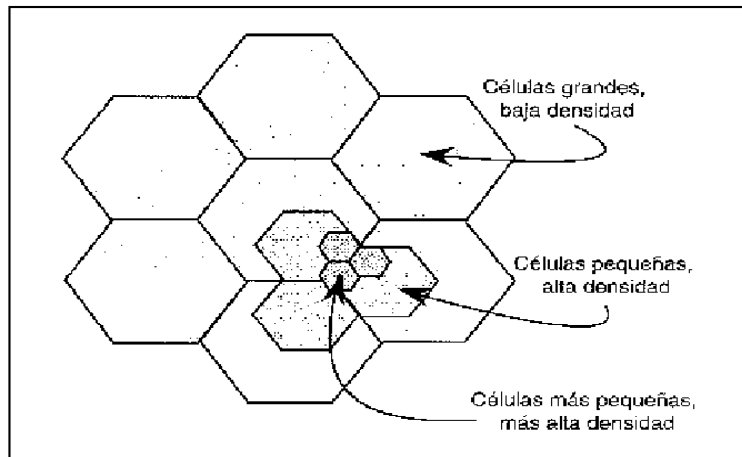
- El centro de conmutación móvil (MSC, Mobile Switching Center), que es el centro de control de los sistemas celulares; se encarga de conmutar las llamadas a las células, proporcionar respaldo, conectarse con las redes telefónicas, monitorizar el tráfico para fines de cobro, realizar pruebas y diagnósticos, y realizar labores de administración de la red en general.
- Las células, que son las distintas áreas geográficas en las que se divide el área total que pretende cubrir el sistema.
- La unidad móvil, que es el transmisor-receptor móvil, casi siempre situado en un automóvil, camión, embarcación, etc., y que contiene un módem capaz de cambiar de frecuencia que le permite sincronizarse con una frecuencia dada, designada por el MSC.

- La estación de transmisión-recepción base (BTS, Base Transceiver Station). Existe una por cada célula y junto a ésta es la interfaz entre la unidad móvil y el MSC.



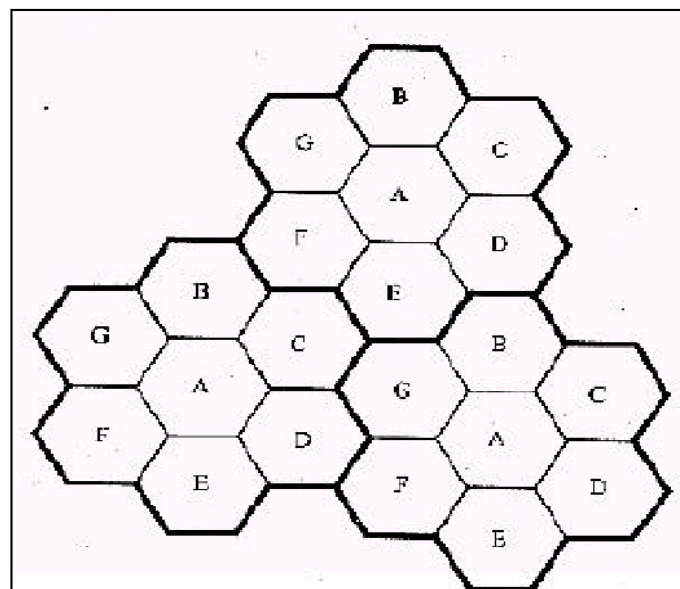
23 FIGURA 2.23. TOPOLOGÍA REPRESENTATIVA DE UN SISTEMA CELULAR.
(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

En áreas urbanas muy pobladas, el volumen tan alto de tráfico local puede agotar los canales de radio disponibles. No obstante, es posible aumentar hasta cierto punto la capacidad del sistema reduciendo continuamente el tamaño de las células y la potencia transmitida de las estaciones base. La reducción en el radio de las células permite reutilizar las bandas disponibles en células no contiguas. La estrategia permite al proveedor de portadora celular reducir y aumentar el tamaño de las células para dar cabida al crecimiento o a la reducción de las poblaciones de esta base de suscriptores móviles.



24 FIGURA 2.24. DIVISIÓN DE CÉLULAS. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

Debe hacerse hincapié en que la partición de células requiere un diseño cuidadoso durante el establecimiento inicial del sistema, a fin de minimizar la cantidad de ajustes que es preciso hacer al sistema. Además, si las células son pequeñas se requieren transferencias de control más frecuentes (cuando la unidad móvil pasa de una célula a otra), lo que aumenta el gasto extra de la red. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)



25 FIGURA 2.25. EJEMPLO DE REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS.
(Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.10.3. INTERFERENCIAS Y CAPACIDAD DEL SISTEMA

La interferencia es el principal factor que limita el desarrollo de los sistemas celulares. Las fuentes de interferencias incluyen a otras estaciones móviles dentro de la misma celda, o cualquier sistema no celular que de forma inadvertida introduce energía dentro de la banda de frecuencia del sistema celular. Las interferencias en los canales de voz causan el "cross-talk", consistente en que el abonado escucha interferencias de fondo debidas a una transmisión no deseada. Sobre los canales de control, las interferencias conducen a llamadas perdidas o bloqueadas debido a errores en la señalización digital. Las interferencias son más fuertes en las áreas urbanas, debido al mayor ruido de radio frecuencia y al gran número de estaciones base y móviles. Las interferencias son las responsables de formar un cuello de botella en la capacidad y de la mayoría de las llamadas entrecortadas.

Los dos tipos principales de interferencias generadas por sistemas son las interferencias co-canal y las interferencias entre canales adyacentes. Aunque las señales de interferencia se generan frecuentemente dentro del sistema celular, son difíciles de controlar en la práctica (debido a los efectos de propagación aleatoria).

Pero las interferencias más difíciles de controlar son las debidas a otros usuarios de fuera de la banda (de otros sistemas celulares, por ejemplo), que llegan sin avisar debido a los productos de intermodulación intermitentes o a sobrecargas del terminal de otro abonado. En la práctica, los transmisores de portadoras de sistemas celulares de la competencia, son frecuentemente una fuente significativa de interferencias de fuera de banda, dado que la competencia frecuentemente coloca sus estaciones base cerca, para proporcionar una cobertura comparable a sus abonados. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.10.4. INTERFERENCIA CO-CANAL Y CAPACIDAD DEL SISTEMA

La reutilización de frecuencias implica que en un área de cobertura dada haya varias celdas que usen el mismo conjunto de frecuencias. Estas celdas son llamadas celdas co-canales, y la interferencia entre las señales de estas celdas se le llama interferencia co-canal. Al contrario que el ruido térmico, que se puede superar incrementando la relación señal ruido ("Signal to Noise Ratio" ó SNR), la interferencia co-canal no se puede combatir simplemente incrementando la

potencia de portadora de un transmisor. Esto es debido a que un incremento en la potencia de portadora de transmisión de una celda, incrementa la interferencia hacia las celdas co-canales vecinas. Para reducir la interferencia co-canal las celdas co-canales deben estar físicamente separadas por una distancia mínima que proporcione el suficiente aislamiento debido a las pérdidas en la propagación. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.10.5 INTERFERENCIA ENTRE CANALES ADYACENTES

Entran en este apartado las interferencias procedentes de señales que son adyacentes en frecuencia a la señal deseada. Estas interferencias están producidas por la imperfección de los filtros en los receptores que permiten a las frecuencias cercanas colarse dentro de la banda pasante. El problema puede ser particularmente serio si un usuario de un canal adyacente está transmitiendo en un rango muy próximo al receptor de un abonado, mientras que el receptor está intentando recibir una estación base sobre el canal deseado. A esto se le suele llamar efecto "nearfar", donde un transmisor cercano (que puede ser o no del mismo tipo que el usado en el sistema celular) captura al receptor del abonado. Otra forma de reducir el mismo efecto es cuando un móvil cercano a una estación base transmite sobre un canal cercano a otro que está usando un móvil débil. La estación base puede tener dificultad para discriminar al usuario móvil deseado del otro debido a la proximidad entre los canales.

Este tipo de interferencias se pueden minimizar filtrando cuidadosamente, y con una correcta asignación de frecuencias. Dado que cada celda maneja sólo un conjunto del total de canales, los canales a asignar en cada celda no deben estar próximos en frecuencias. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.10.6. CONTROL DE POTENCIA PARA REDUCIR LAS INTERFERENCIAS

En los sistemas celulares de radio, los niveles de potencia transmitida por cada unidad de los abonados, están bajo un control constante por las estaciones base servidoras. Esto se hace para asegurar que cada móvil transmite la potencia más baja necesaria y así reducir las interferencias entre canales. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.10.7. TIPOS DE SISTEMAS CELULARES E IMPACTO EN EL MERCADO

<i>A. Primeros sistemas celulares en kHz y km. [LEE89]</i>				
	<i>AMPS</i>	<i>TACS</i>	<i>NMT</i>	<i>T(450C)</i>
Estación base	870-890	935-960	463-467.5	461.3-465.74
Estación móvil	825-845	870-915	453-457.5	451.3-455.74
Espaciado	45	45	10	10
Radio de cobertura	2-20	2-20	1.8-40	5-30
Modulación	FM	FM	FM	FM
<i>B. Crecimiento mundial de suscriptores (millones de suscriptores) 1994-1995 [PCSC95]</i>				
	<i>6/95</i>	<i>12/94</i>		
Europa	18.5	14.7		
Asia-Pacífico	15.6	11.1		
Norteamérica	28.2	26.0		
América del Sur/Central	3.0	2.4		
Medio Oriente	0.5	0.4		
África	0.6	0.3		
Total	66.4	54.9		
<i>C. Uso de la tecnología (millones de suscriptores): 1994-1995</i>				
	<i>6/95</i>	<i>12/94</i>		
<u>Análogica</u>				
AMPS	35.5	32.4		
TACS	12.3	9.5		
NMT-450	1.4	1.4		
NMT-900	3.0	2.7		
NTT	2.3	1.9		
Otras	0.9	1.0		
Subtotal	55.4	49.3		
<u>Digital</u>				
GSM	7.4	4.6		
PDC	1.5	0.5		
DCS-1800	0.6	0.4		
TDMA	1.5	1.0		
Subtotal	11.0	6.0		
Total	66.4	54.9		

26 FIGURA. 2.26. RESUMEN DE SISTEMAS CELULARES. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

Estos sistemas son incompatibles entre sí, lo cual dio lugar a plantearse la implantación de un sistema celular a nivel mundial. He aquí la razón de ser del modelo GSM.

2.2.11. GSM

2.2.11.1 INICIOS

Los primeros trabajos con GSM los inició en 1982 un grupo dentro del Instituto Europeo de Normas de Comunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standards Institute). Originalmente, este organismo se llamaba Groupe Sociale Mobile, lo que dio pie al acrónimo GSM.

El objetivo de este proyecto era poner fin a la incompatibilidad de sistemas en el área de las comunicaciones móviles y crear una estructura de sistemas de comunicaciones a nivel europeo.

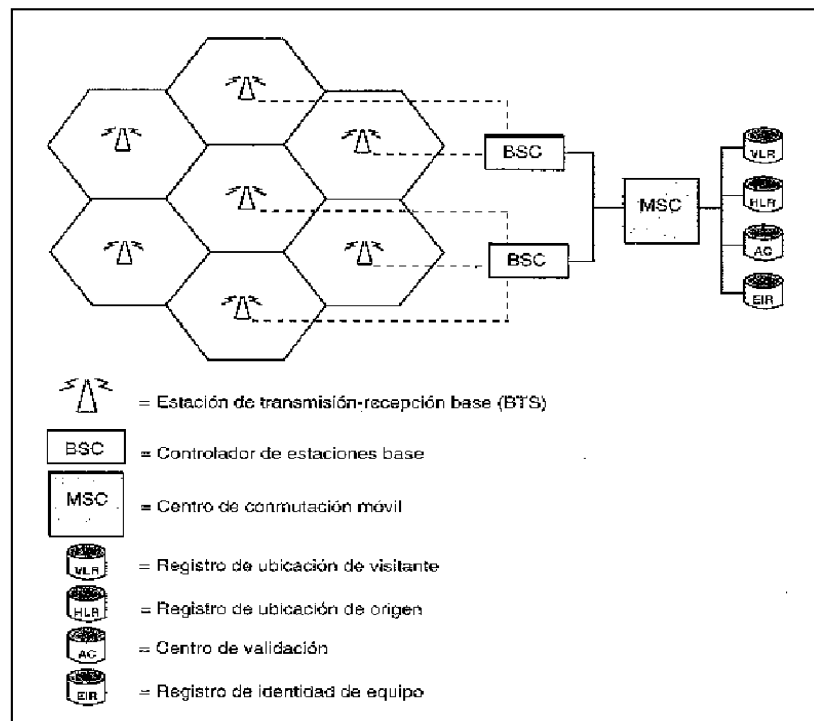
GSM se diseñó para incluir una amplia variedad de servicios que incluyen transmisiones de voz y servicios de manejo de mensajes entre unidades móviles o cualquier otra unidad portátil. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.11.2 COMPONENTES DE GSM

Los componentes principales GSM son:

- El centro de conmutación móvil (MSC, Mobile Switching Center), es el corazón de todo sistema GSM y se encarga de establecer, gestionar y despejar conexiones, así como de enrutar las llamadas a la célula correcta. El MSC proporciona la interfaz con el sistema telefónico y presta servicios de determinación de cargos y contabilidad.
- La célula, cuyo tamaño es de aproximadamente 35 km.
- La unidad móvil (MS, Mobile Station).
- El controlador de estaciones base (BSC, Base Station Controller). Es un elemento nuevo introducido por GSM. Se encarga de las operaciones de transferencia de control de las llamadas y también de controlar las señales de potencia entre las BTS y las MS, con lo cual releva al centro de conmutación de varias tareas.
- La estación de transmisión-recepción base (BTS, Base Transceiver Station). Establece la interfaz a la unidad móvil. Está bajo el control del BSC.
- La HLR (Home Location Register) es una base de datos que proporciona información sobre el usuario, su base de suscripción de origen y los servicios suplementarios que se le proveen.

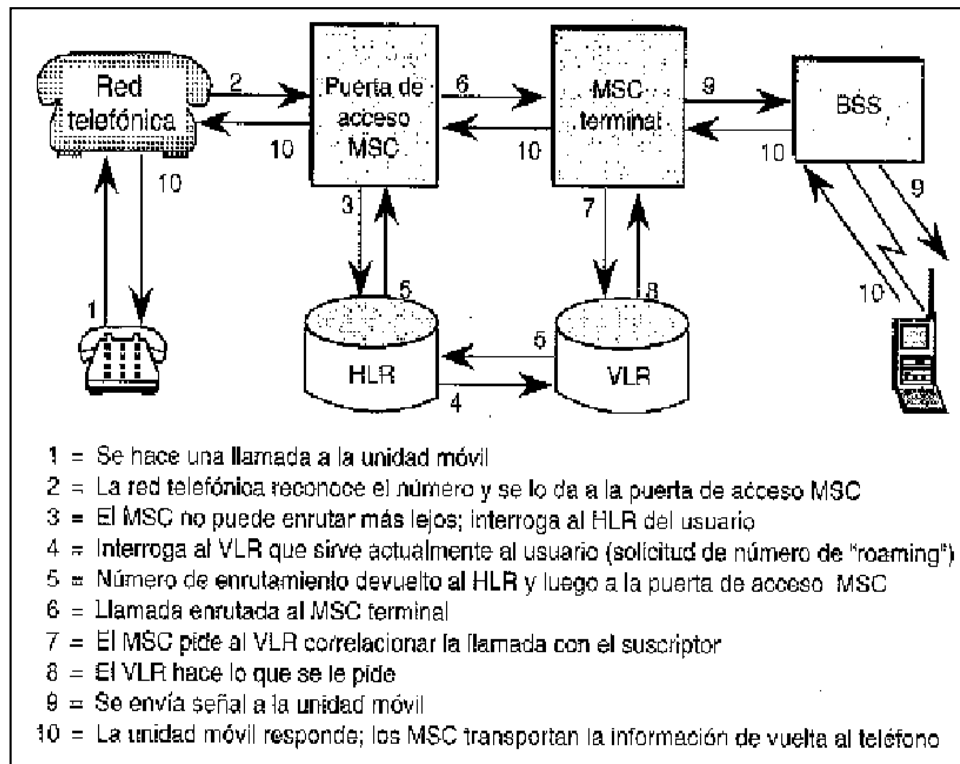
- El VLR (Visitor Location Register) es también una base de datos que contiene información sobre la situación de encendido/apagado de las estaciones móviles y si se han activado o desactivado cualesquiera de los servicios suplementarios.
- El centro de validación (AC o AUC, Authentication Center) que sirve para proteger a cada suscriptor contra un acceso no autorizado o contra el uso de un número de suscripción por personas no autorizadas; opera en relación estrecha con el HLR.
- El registro de identidad del equipo (EIR, Equipment Identity Register) que sirve para registrar el tipo de equipo que existe en la estación móvil y también puede desempeñar funciones de seguridad como bloqueo de llamadas que se ha determinado que emanan de estaciones móviles robadas, así como evitar que ciertas estaciones que no han sido aprobadas por el proveedor de la res usen ésta. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)



27 FIGURA 2.27. ESQUEMA DE COMPONENTES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.11.3 ENRUTAMIENTO DE LLAMADAS

En la figura 2.28 se muestra un ejemplo de enrutamiento de llamadas GSM. En el paso 1, un usuario de teléfono llama a la unidad móvil a través de la red telefónica pública. La llamada se enruta a un MSC de puerta (paso 2), el cual examina los dígitos marcados y determina que no puede enrutar la llamada más lejos; por tanto, en el paso 3, interroga el registro de ubicación de origen (HLR) del usuario llamado a través del SS7 TCAP (transation capabilities application part). El HLR interroga el registro de ubicación de visitante (VLR) que actualmente está dando servicio al usuario (paso 4). En el paso 5, el VLR devuelve un número de enrutamiento al HLR, que lo devuelve al MSC de puerta. Con base en este número de enrutamiento, el MSC de puerta enruta la llamada al MSC terminal (paso 6). El MSC terminal consulta entonces el VLR para comparar la llamada entrante con la identidad del suscriptor receptor (pasos 7 y 8). En el paso 9, la BSS recibe una solicitud de notificación del MSC terminal y envía una señal de notificación. Cuando la señal de usuario regresa, la llamada se completa (paso 10). (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

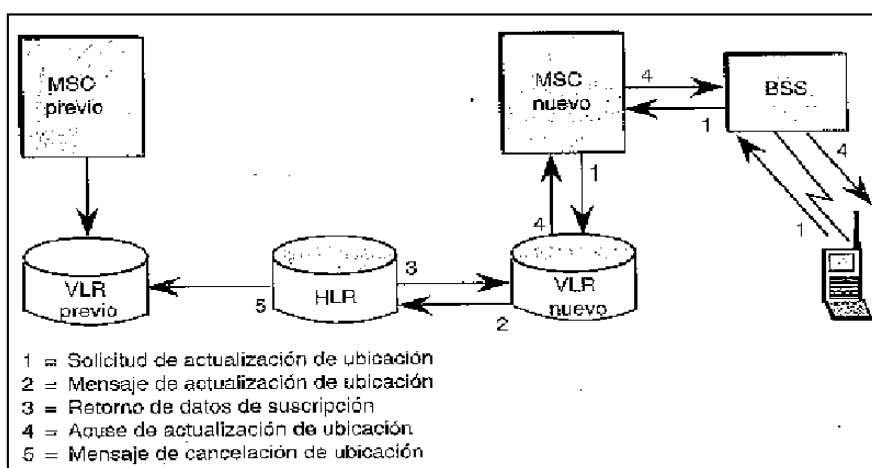


28 FIGURA 2.28. EJEMPLO DE GESTIÓN DE LLAMADAS GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.11.4 ACTUALIZACIÓN DE UBICACIÓN

La figura 2.29 muestra un ejemplo de cómo un suscriptor puede vagar de una célula a otra y de cómo el sistema sigue la posta de dicho suscriptor. Cuando una estación móvil cruza una frontera de una célula, la unidad móvil envía automáticamente su solicitud de actualización de ubicación (que también contiene su identificación) a la BSS. El mensaje se enruta al MSC de la nueva célula, que examina su VLR (VLR nueva en la figura 2.9). Si la VLR nueva no tiene información acerca de la identidad del mensaje para este usuario (porque el usuario llegó hace poco a esta área), envía un mensaje de solicitud de actualización de ubicación al registro de ubicación de origen del usuario (suceso 2). Este mensaje incluya la identidad del usuario así como la identidad del VLR que está enviando el mensaje. En el suceso 3, el HLR almacena la nueva ubicación que está enviando el mensaje. En el suceso 3, el HLR almacena la nueva ubicación del suscriptor como VLR nuevo y luego carga línea abajo la base de datos de suscripción del usuario en el nuevo VLR. Al recibir esta información, el nuevo VLR envía el acuse de recibo de la actualización de ubicación a través del nuevo MSC a la BSS y de vuelta al usuario móvil originador (suceso 4). Por último, en el suceso 5, el HLR envía un mensaje de cancelación de ubicación al VLR viejo para borrar los datos del suscriptor de su base de datos.

Importante, sólo un VLR a la vez debe conocer al suscriptor móvil. En este ejemplo, cuando el suscriptor se ha movido a otra área (otra célula), ha sido necesario actualizar el VLR.



29 FIGURA 2.29. ACTUALIZACIÓN DE UBICACIÓN. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

Es evidente que el HLR es el maestro de las bases de datos de suscriptores y por tanto coordina los cambios a los VLR y MSC conforme el suscriptor se mueve de una célula a otra. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

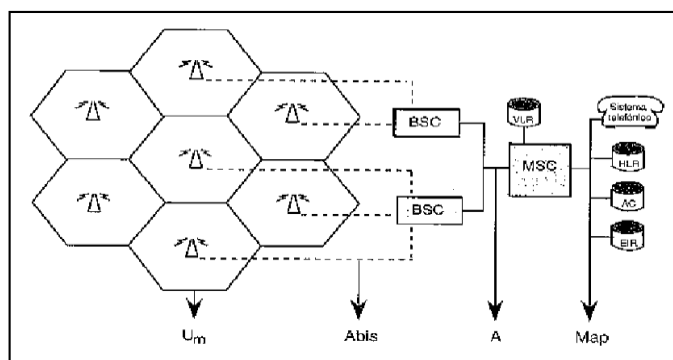
2.2.11.5. GSM 900/DCS 1800: CIMIENTOS DE PCS 1900 (TDMA)

En Norteamérica, varios proveedores de servicios han escogido al PCS 1900 de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA, Time Division Multiple Acces) como tecnología de segunda generación para las redes móviles-inalámbricas. PCS 1900 (TDMA) es muy similar a GSM 900/DCS 1800, y utiliza el mismo protocolo Um; opera en el espectro de 1900 MHz.

Estos sistemas móviles-inalámbricos de segunda generación emplean técnicas similares para establecer los canales físicos y lógicos en la interfaz de radio. Las diferencias principales son las frecuencias que se usa para los canales físicos. Los canales lógicos (las slots de tiempo) son muy similares y se clasifican como canales de tráfico (TCH) o canales de control (CCH). Los canales físicos se designan con n , donde n es el ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number, número absoluto de canal radiofrecuencia). El sistema GSM 900 emplea dos bandas de 25 MHz para el enlace ascendente y el enlace descendente. Dentro de ese espectro se asignan canales de 200 KHz. El enlace ascendente y el descendente están separados por un espaciado de 45 MHz. El ARFCN varía entre q y 124.

La asignación de los canales de 100 KHz varía y depende de los patrones de tráfico y del tamaño de célula del sistema. El sistema DCS 1800 usa dos bandas de 75 MHz para el enlace ascendente y el descendente. Al igual que en GSM 900, se asignan canales de 200 KHz dentro de esas bandas. El enlace ascendente y el descendente están separados por un espaciado de 95 MHz. El ARFCN varía entre 512 y 885. En PCS 1900 (TDMA), el sistema usa dos bandas de 60 MHz para el enlace ascendente y el enlace descendente. Al igual que los otros sistemas, PCS 1900 usa canales de 200 KHz con el enlace ascendente y el descendente separados por un espaciado de 80 MHz. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.11.6. INTERFACES GSM



30 FIGURA 2.30. LAS INTERFACES GSM. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

GSM se diseñó de modo que permitiera la división en particiones funcionales. Dichas particiones tienen sus fronteras en las diferentes interfaces que la componen. Estas son las siguientes:

- La interfaz **A**. Un lado de la interfaz se ocupa de las operaciones de MSC, HLR y VLR, y el otro lado de ella se encarga de las operaciones de BSC y de radio.
- Una segunda interfaz llamada **Abis**, define las operaciones entre el BSC y la BTS; se basa en un enlace de transmisión PCM-30 de 2 Mbit/s y LAPD.
- La interfaz de aplicación móvil, **MAP (Mobile Application Part)** define las operaciones entre el MSC y la red telefónica, así como el MSC, el HLR, el VLR y el EIR. MAP se implementa encima de SS7.
- La interfaz de radio **Um**, a la cual dedicamos un completo apartado debido a su transcendental importancia. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.12 SMS

2.2.12.1. DEFINICIÓN

Servicio de mensajes cortos. Es un sistema para enviar y recibir mensajes de texto para y desde teléfonos móviles. El texto puede estar compuesto de palabras o números o una combinación alfanumérica. SMS fue creado como una parte del estándar GSM fase 1. El primer mensaje corto, se cree que fue enviado en Diciembre de 1992 desde un ordenador personal (PC) a un teléfono móvil a través de la red GSM Vodafone del Reino Unido. Cada mensaje puede tener

hasta 160 caracteres cuando se usa el alfabeto latino, y 70 caracteres si se usa otro alfabeto como el árabe o el chino. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.12.2. CARACTERÍSTICAS

Hay varias características únicas del servicio de mensajes cortos (SMS), según lo definido dentro del estándar digital de telefonía móvil GSM, un mensaje corto puede tener una longitud de hasta 160 caracteres. Esos 160 caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica. Los mensajes cortos basados en No-texto (por ejemplo, en formato binario) también se utilizan. Los mensajes cortos no se envían directamente del remitente al receptor, sino que se envían a través de un centro de SMS. Cada red de telefonía móvil que utiliza SMS tiene uno o más centros de mensajería para manejar los mensajes cortos. El servicio de mensajes cortos se caracteriza por la confirmación de mensaje de salida. Esto significa que el usuario que envía el mensaje, recibe posteriormente otro mensaje notificándole si su mensaje ha sido enviado o no. Los mensajes cortos se pueden enviar y recibir simultáneamente a la voz, datos y llamadas del fax. Esto es posible porque mientras que la voz, los datos y las llamadas del fax asumen el control de un canal de radio dedicado durante la llamada, los mensajes cortos viajan sobre un canal dedicado a señalización independiente de los de tráfico. Hay formas de enviar múltiples mensajes cortos:

- La concatenación SMS (que encadena varios mensajes cortos juntos).³
- La compresión de SMS (que consigue más de 160 caracteres de información dentro de un solo mensaje corto).

Para utilizar el servicio de mensajes cortos, los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico:

- Una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
- Un teléfono móvil que soporte SMS.
- Un destino para enviar o recibir el mensaje, ya sea una máquina de fax, un PC, un terminal móvil o un buzón de e-mail. (Dadateca.unad.edu.co, 2014)

2.2.13. TECNOLOGIA GPRS

2.2.13.1. INTRODUCCION

GPRS es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM utilizando una transmisión de datos por medio de paquetes. La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos, hasta ahora los datos se habían transmitido mediante conmutación de circuitos, procedimiento más adecuado para la transmisión de voz. La tecnología GPRS, o generación 2.5, representa un paso más hacia los sistemas inalámbricos de Tercera Generación o UMTS. Su principal base radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, tarifando únicamente por el volumen de datos transferidos (enviados y recibidos) y no por el tiempo de conexión como hemos podido observar en un punto anterior.

Obtiene mayor velocidad y mejor eficiencia de la red. Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando utilizando un canal dedicado a GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps, con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red. La tecnología GPRS permite proporcionar servicios de transmisión de datos de una forma más eficiente a como se venía haciendo hasta el momento.

GPRS es una evolución no traumática de la actual red GSM: no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Por este motivo, GPRS tiene, desde sus inicios, la misma cobertura que la actual red GSM.

GPRS (Global Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM.

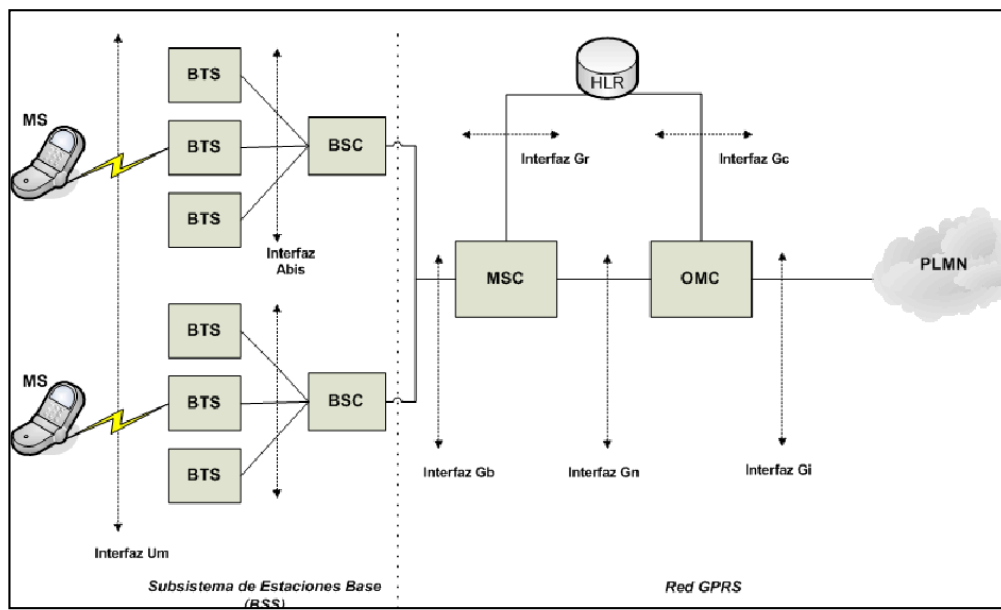
La Figura 2.31 ilustra la arquitectura del sistema GPRS. Comparado con el sistema GSM, GPRS introduce 2 nuevos elementos, (que se encuentran sombreados en dicha figura) para crear un modo de transferencia de paquetes end to end. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

Se proveen dos servicios:

- Punto a Punto (PTP).

➤ Punto a Multipunto (PTM).

La Figura 2.32 ilustra la arquitectura del sistema GPRS. Comparado con el sistema GSM, GPRS introduce 2 nuevos elementos, (que se encuentran sombreados en dicha figura) para crear un modo de transferencia de paquetes end to end.



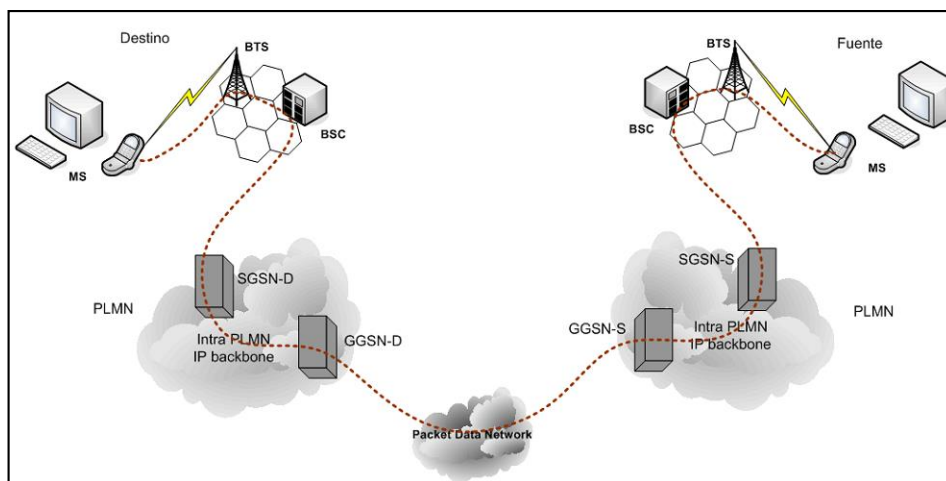
31 FIGURA 2.31 ARQUITECTURA DEL SISTEMA GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

Independientemente del ruteo de paquetes y la transferencia dentro de la red móvil pública terrestre, dentro es soportado un nuevo nodo de red lógico llamado el Nodo de Soporte GPRS. El nodo de soporte de salida GPRS actúa como una interfaz lógica hacia las redes de paquetes de datos externas. El nodo de soporte de servicio GPRS es responsable por la entrega de paquetes a las MS's dentro de su área de servicio.

Dentro de la red GPRS, las unidades de protocolo de datos son encapsuladas en el GSN origen y des encapsuladas en el GSN destino. Entre los GSNs el Protocolo de Internet es utilizado como el Backbone para transferir PDUs. Todos los datos GPRS relativos al usuario necesarios para que el SGSN desempeñe sus funciones de ruteo y transferencia de datos son almacenados dentro del HLR.

La Figura 2.32 muestra un ejemplo simple de ruteo en una transmisión. El SGSN de la estación móvil fuente (SGSN-S), encapsula los paquetes transmitidos por la MS y los envía al correspondiente GGSN.

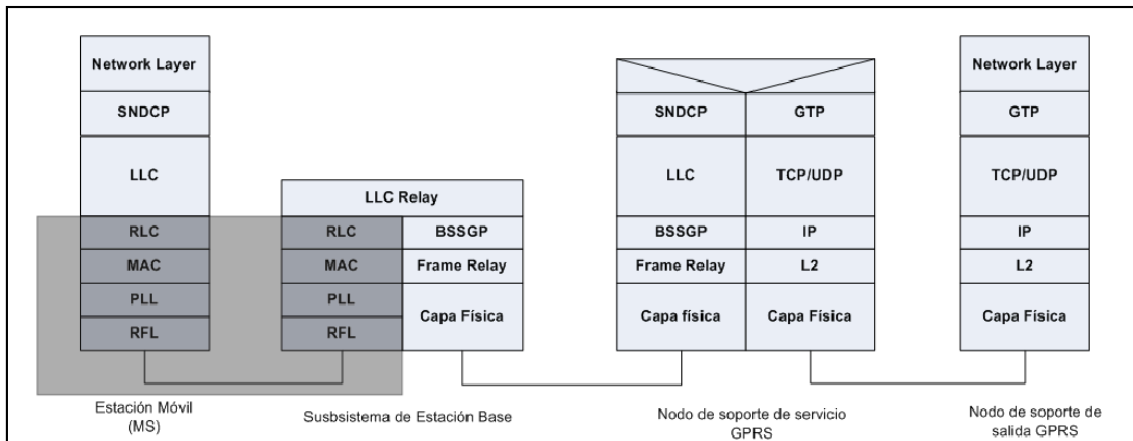
Basándose en la exanimación de la dirección destino, los paquetes son entonces ruteados al GGSN-D a través de la red de paquetes de datos. El GGSN-D chequea el contexto del ruteo asociado con la dirección y destino, determina el SGSN sirviendo al destino (SGSN-D) y la información relevante al tune. Cada paquete es entonces encapsulado y reenviado al SGSN-D, que lo entrega finalmente a la MS destino. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)



32 FIGURA 2.32. EJEMPLO DE RUTEO EN UNA RED GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)₄

2.2.13.2. ARQUITECTURA DEL PROTOCOLO

La Figura 2.33 muestra el plano de transmisión propuesto hasta la capa de red de acuerdo al modelo de referencia OSI. Por encima de la capa de red se pueden utilizar diversos protocolos o estándares pero dicha selección se encuentra fuera del alcance de la especificación GPRS. Bajo el protocolo TCP/UDP y el IP son utilizados los protocolos de la capa de red del Backbone de la red GPRS. Los protocolos basados en Ethernet, ISDN y ATM pueden ser utilizados bajo IP dependiendo de la arquitectura de red del operador.



33 FIGURA 2.33. PLANO DE TRANSMISIÓN GPRS. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

Entre el SGSN y la MS, el protocolo SNDC mapea las características del protocolo a nivel de red dentro del LLC (Logical Link Control) y provee funcionalidades tales como: el multiplex de los mensajes de la capa de red dentro de una conexión virtual lógica, la encriptación, la segmentación y la compresión. Las radiocomunicaciones entre una MS y la red GPRS se encuentran indicadas por el área sombreada en la Figura 2.13, y cubren las funciones de las capas físicas y de enlace de datos. (Yeferson Bedoya Giraldo, 2013)

2.2.14. SIM 900

2.2.14.1. INTRODUCCION

GSM / GPRS RS232 Módem fabricado por SIMCOM; SIM900 QUAD-BAND de GSM / GPRS, funciona en las frecuencias de 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz. Es de tamaño compacto y fácil de usar como plug módem GSM. El módem está diseñado con RS232 Nivel circuitería de convertidor, que le permite conectarse directamente puerto serie del PC . La velocidad de transmisión puede ser configurable a partir 9600-115200 a través de comandos AT. Inicialmente módem está en modo automático de baudios.

Este RS232 GSM / GPRS Módem guarda la TCP / IP interna para que pueda conectar con Internet a través de GPRS. Es adecuado para SMS así como la aplicación de transferencia de datos en la interfaz M2M.

El módem se necesita sólo 3 hilos (Tx, Rx, GND), excepto la fuente de alimentación para la interfaz con microcontrolador / PC Host. El construido en el

regulador de voltaje de caída baja lineal permite la conexión de ancho gama de la fuente de alimentación no regulada (4.2V -13V). Sí, 5 V está entra al modem, podrá para enviar y leer SMS, conectarse a Internet a través de GPRS a través de simples comandos AT. (RHYDOLABZ.COM, 2011)

2.2.14.2. CARACTERISTICAS

- Producto de alta calidad.
- Quad-Band GSM / GPRS 850/900/1800/1900 MHz.
- Construido en RS232 convertidor de nivel (MAX3232).
- Velocidad de transmisión configurable.
- Conector SMA con el GSM Tipo L Antena.
- Bandeja de la tarjeta SIM.
- Led de estado de red.
- Incorporacion de protocolos TCP / IP Potente para la transferencia de datos de Internet a través de GPRS.
- Conector de interfaz de audio.
- La mayoría de estado y Control Pins están disponible en Conector.
- La temperatura normal de funcionamiento: -20 ° C a 55 ° C.
- Voltaje de entrada: 5V-12V DC.

2.2.14.3. ESPECIFICACIONES

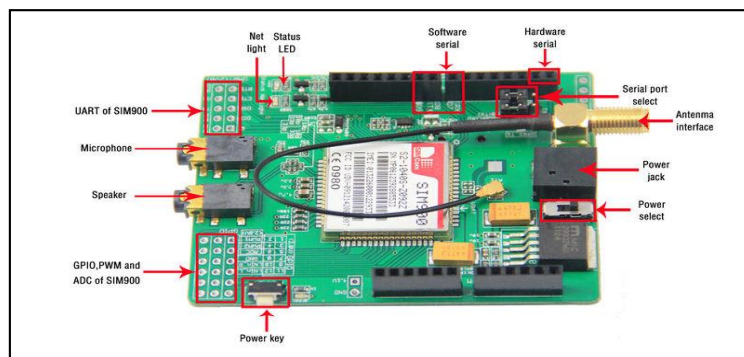
- Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz.
- GPRS multi-slot clase 10/8.
- GPRS estación móvil de clase B.
- Cumple con la norma GSM fase 2/2 +.
 - clase 4 (2 W @ 850/900 MHz).
 - Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz).
- Dimensiones: 24 * 24 * 3 mm.
- Peso: 3,4 g.
- Control a través de comandos AT (GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM mejorado Comandos AT).
- Bajo consumo de energía: 1.0mA (modo descanso).
- Temperatura de funcionamiento: -40 ° C a + 85 ° C.
- Especificaciones para fax.
 - Grupo 3, clase 1.

- Las especificaciones para datos
 - GPRS clase 10: máx. 85,6 kbps (descendente).
 - Soporte PBCCH.
 - Esquemas de codificación CS 1, 2, 3, 4.
 - CSD subida 14,4 kbps.
 - USSD.
 - El modo no transparente.
 - PPP-pila.
- Especificaciones para SMS vía GSM / GPRS.
 - Punto a punto MO y MT.
 - Difusión celular SMS.
 - El modo de texto y PDU.
- Las características del software.
 - 0710 protocolo MUX.
 - TCP incrustado / protocolo UDP.
 - FTP / HTTP.
- Firmware especial.
 - MMS.
 - Java.
 - Embedded AT.
- Especificaciones para la voz.
 - Tricodec.
 - La mitad de la velocidad (HR).
 - Tasa completa (FR).
 - Enhanced Full Rate (EFR)
 - Operación manos libres.
 - (Supresión del eco).
 - AMR
 - Media velocidad (HR).
 - Tasa completa (FR).
- Interfaces.
 - Pines de interfaz de audio analógicas a 2 mm Pitch RMC.
 - Interfaz en serie RS232.
 - Conector de antena SMA.

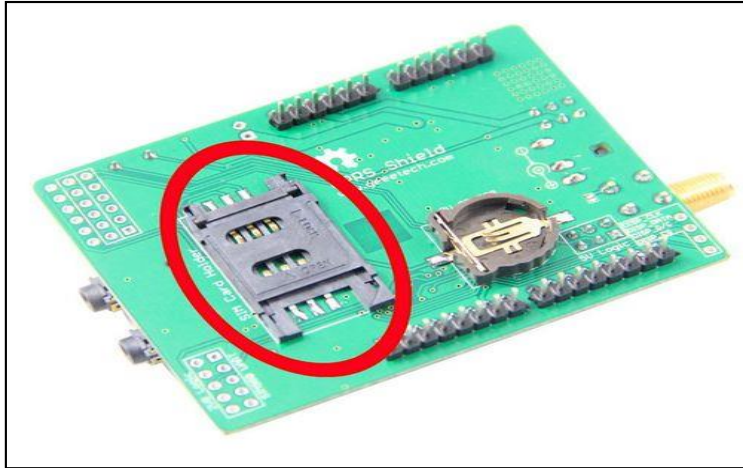
- Pines de alimentación de CC a 2 mm Pitch RMC.
- Compatibilidad.
 - Interfaz de comando AT celular. (RHYDOLABZ.COM, 2011)

2.2.14.4. DIAGRAMA DE TARJETA

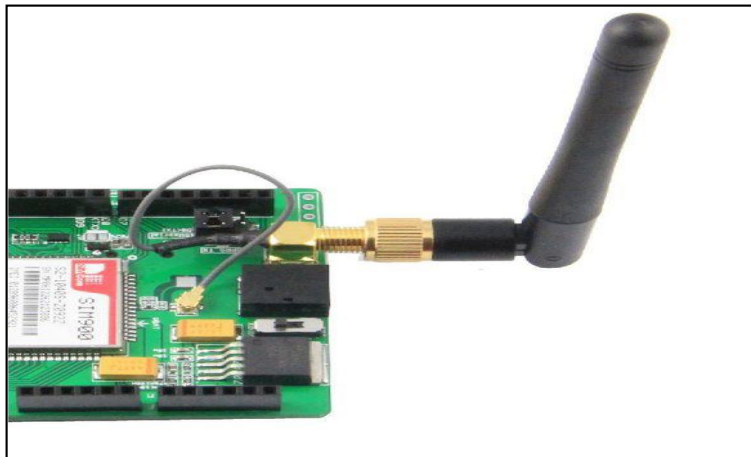
- Power selector.- seleccionar la fuente de alimentación para el escudo GPRS (alimentación externa o 5V)
- Power jack. - conectado a la fuente de alimentación de 4,8 a 5 V CC externa.
- Antenna interface- conectado a la antena externa.
- Serial port select - Puede seleccionar el software de puerto serie o puerto de serie del hardware para conectarse a GPRS Escudo.
- Hardware Serial- D0 / D1 de Arduino
- Software serial - D7 / D8 de Arduino
- Status LED- dirá si el poder de SIM900 está en
- Net light- dirá el estado SIM900 sobre la vinculación a la red
- UART del SIM900 - pines UART ruptura de SIM900
- Microphone- para responder a la llamada de teléfono
- Speaker - para responder a la llamada de teléfono
- GPIO, PWM y ADC de SIM900 - GPIO, pines PWM y ADC ruptura de SIM900
- Power key- el poder arriba y hacia abajo para SIM900. (GEEETECH.COM, 2014)



34 FIGURA 2.34. TARJETA SIM900 DIAGRAMA DE TARJETA. (GEEETECH.COM, 2014)



35 FIGURA 2.35. BANDEJA DE TARJETA SIM. (GEEETECH.COM, 2014)



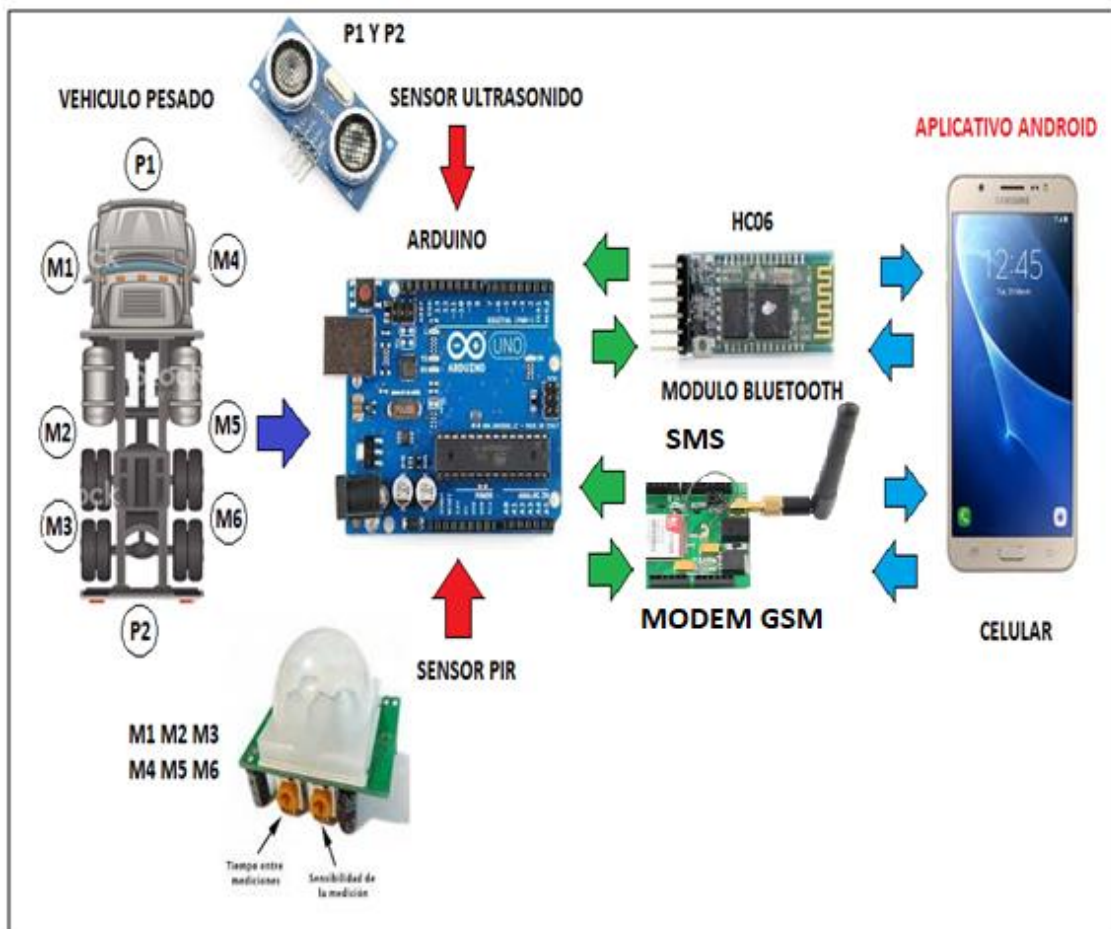
36 FIGURA 2.36 ANTENA DE LA SIM 900. (GEEETECH.COM, 2014)

CAPITULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRONICO PARA LA DETECCION DE PRESENCIA EXTERNA CON TECNOLOGIA BLUETOOTH

3.1 DESCRIPCION GENERAL

En la Figura 3.1 se muestra el diagrama de bloques del sistema para la detección de presencia externa para vehículos pesados para la prevención de accidentes usando tecnología Bluetooth y GSM/GPRS.



37.FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA PARA LA DETECCION DE PRESENCIA EXTERNA EN VEHICULOS PESADOS CON BUETOOTH Y GSM.(PROPIO)

El sistema que se propone realiza la detección de presencia externa alrededor del vehículo pesado para la prevención de accidentes, para realizar esta detección se tienen sensores de movimiento PIR tres en cada costado del vehículo distribuidos según el modelo, además tiene un sensor de ultrasonido adelante y otro en la parte posterior del vehículo.

El sistema cuenta con rele para desconectar el acelerador y no permitir el movimiento del vehículo.

También cuenta con un sistema de aviso sonoro con Buzzer que indicara al chofer que se han activado algún sensor.

Por último los datos de los estados del sensor son enviados vía bluetooth al celular o móvil y usando un aplicativo desarrollado para sistema operativo Android permitira al chofer identificar que sensor se activado.

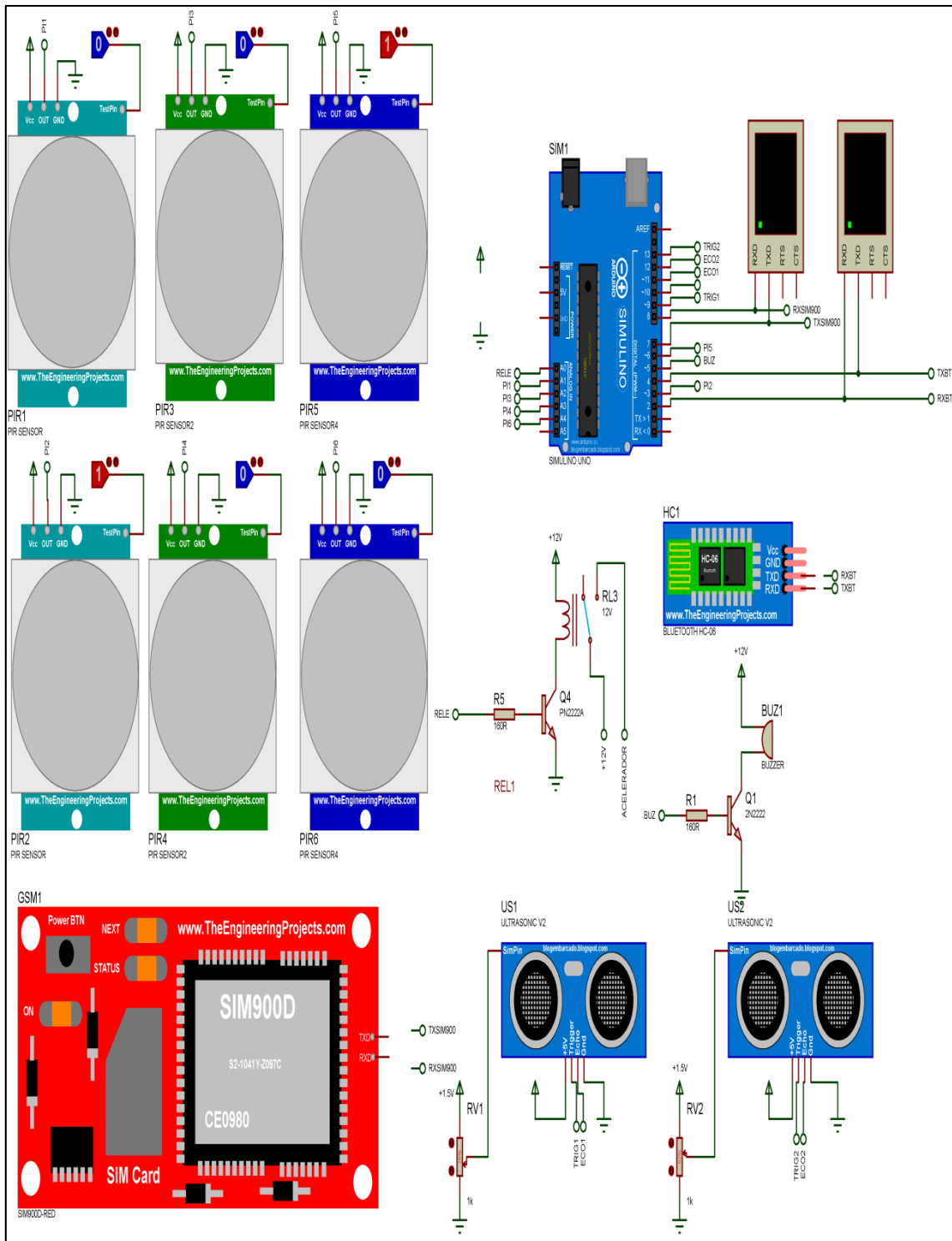
Al sistema se le agregó un MODEM GSM/GPRS para que mediante el envío de comando por medio de mensajes de texto, se recibiera también por mensaje de texto el estado de los sensores de presencia y/o movimiento que están alrededor del vehículo.

3.2. COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA

En la Figura 3.2 se muestra los componentes principales de la tarjeta electrónica para el sistema de detección de presencia externa para vehículos pesados para la prevención de accidentes usando tecnología bluetooth para el monitoreo y tecnología GSM/GPRS para el control y monitoreo usando mensajes de texto.

Los componentes del sistema son:

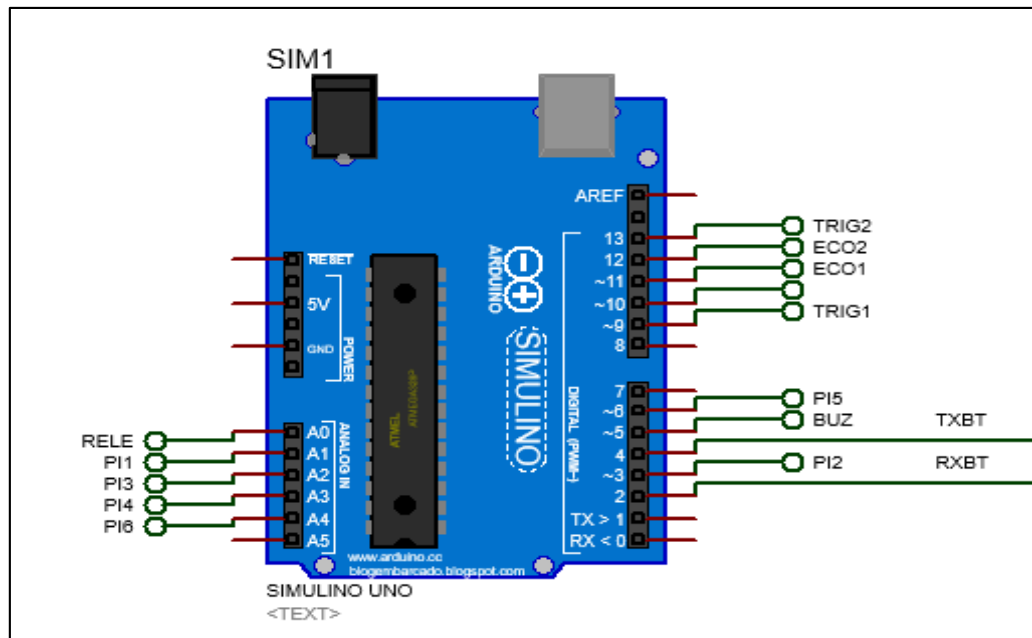
- ARDUINO UNO
- MODULO BLUETOOTH
- MODULO GSM/GPRS
- SENSORES DE MOVIMIENTO PIR.
- SENSORES DE DISTANCIA MEDIANTE ULTRASONIDO
- FUENTE DE ALIMENTACION
- RELE
- BUZZER



38.FIGURA 3.2 COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA PROPUESTO. (PROPIO)

3.2.1. ARDUINO UNO.

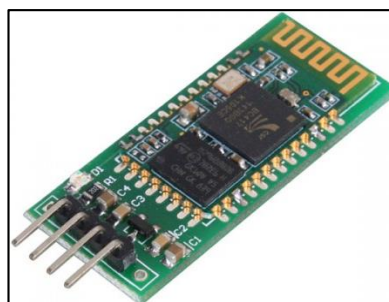
En la Figura 3.3 se muestran las conexiones para la tarjeta ARDUINO, el cual se encarga de leer el estado lógico de los sensores de movimiento PIR, la distancia de los sensores de ultrasonido, enviar los datos vía bluetooth al móvil o celular así como activar o desactivar el relé que controla el acelerador o el buzzer para el aviso sonoro.



39.FIGURA 3.3 CONEXIONES DEL ARDUINO. (PROPIO)

3.2.2. MÓDULO BLUETOOTH SLAVE (HC-06)

El módulo Bluetooth HC-06 es un dispositivo económico y sencillo de utilizar. Se puede utilizar para dar conectividad inalámbrica a través de una interfaz serial TTL entre Microcontroladores (PIC, Arduino) y otros dispositivos como PC, laptops o celulares Smartphone.



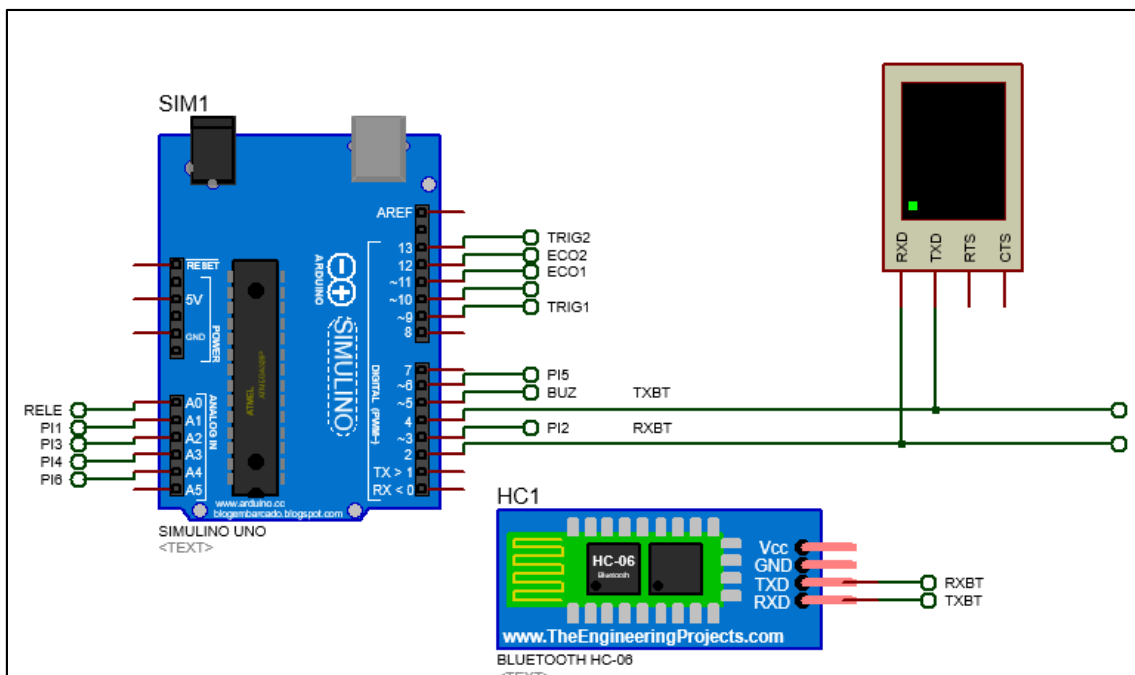
40.FIGURA 3.4 MODULO BLUETOOTH

ESPECIFICACIONES:

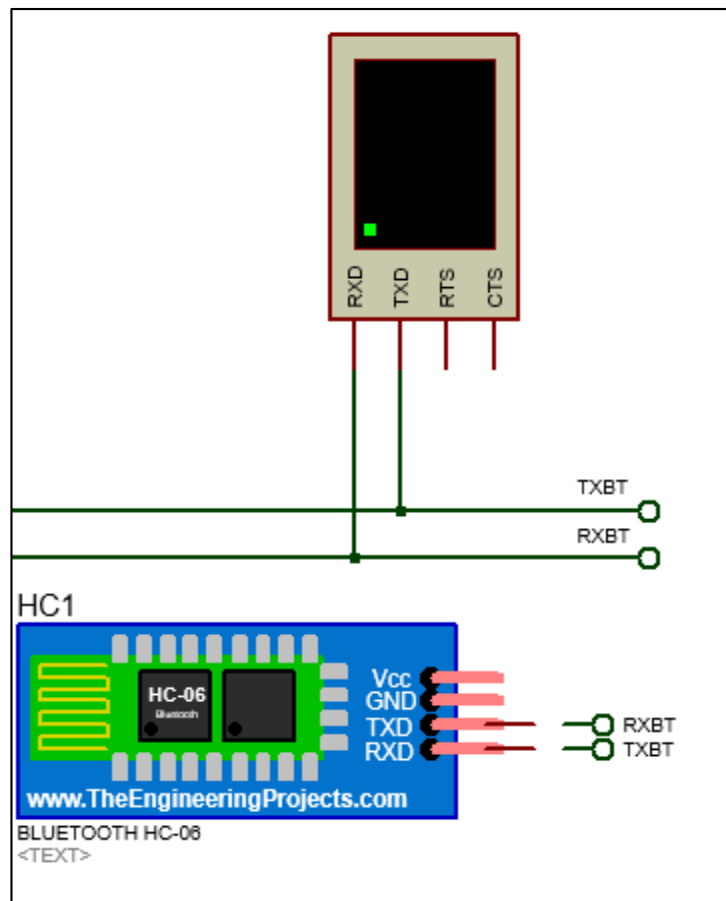
- Protocolo: Bluetooth v2.0 + EDR
- Frecuencia: Banda ISM de 2,4 GHz
- Modulación: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potencia de emisión: 4 dBm, clase 2
- Sensibilidad: -84dBm a 0.1% VER
- Velocidad asíncrona: 2.1Mbps (máx.) / 160 kbps.
- Velocidad síncronos: 1Mbps/1Mbps
- Alcance 10 mts
- Seguridad: Autenticación y encriptación
- Interfaz: Bluetooth - Puerto serie UART TTL
- Suministro de energía: 5VDC 50 mA
- Temperatura de trabajo: -20 ~ +75°C
- Dimensión: 26.9mm x 13mm x 2,2 mm

En la Figura 3.5 se muestra las conexiones con el ARDUINO

Y en la Figura 3.6 la conexión para la simulación en el PROTEUS.



41.FIGURA 3.5 CONEXIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC06 CON ATMEGA32. (PROPIO)



**42.FIGURA 3.6 CONEXIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC06 CON ARDUINO
SIMULACION EN PROTEUS. (PROPIO)**

3.2.3. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

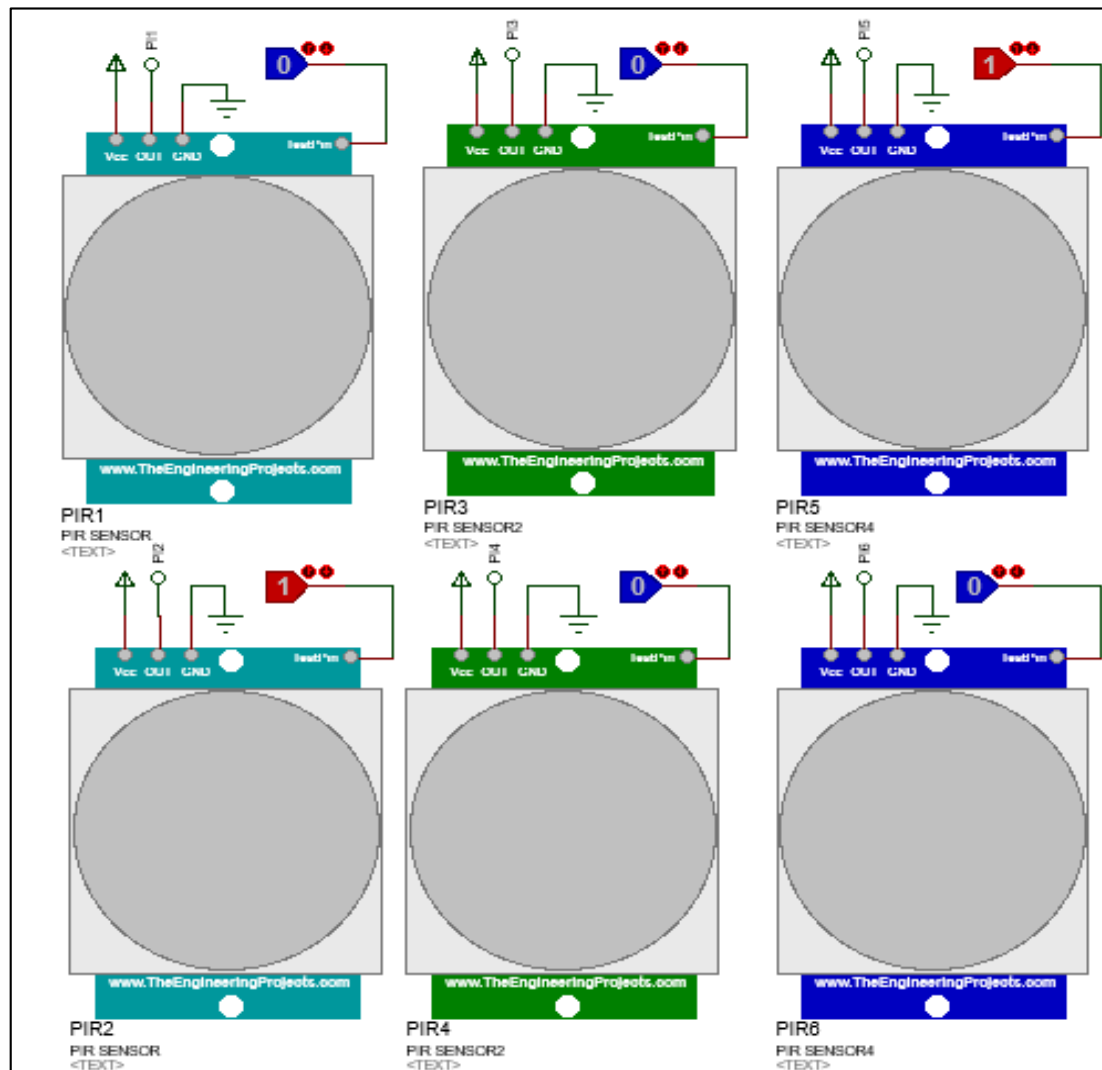
La fuente de alimentación está formada por regulador de voltaje al cual le ingresa 12voltios y a la salida se obtiene los 5 voltios para alimentar al microcontrolador y demás componentes que conforman la tarjeta. En la Figura 7.7 se visualiza la fuente de alimentación.



43.FIGURA 3.7 FUENTE DE ALIMENTACION. (PROPIO)

3.2.4. MODULO DE SENSORES DE MOVIMIENTO PIR

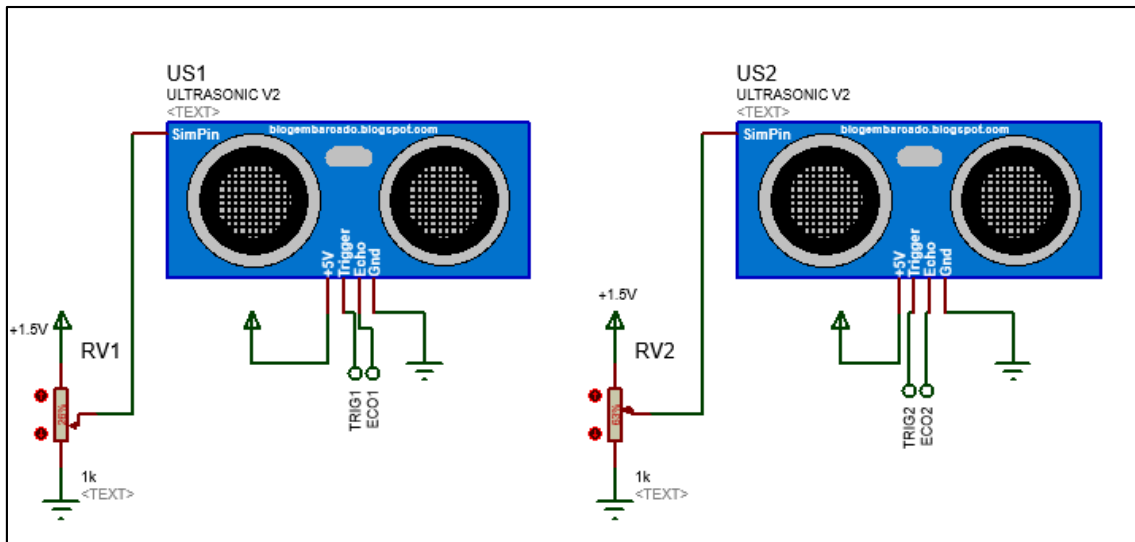
En la Figura 3.8 se muestra el circuito conexión de los seis sensores de movimiento o PIR, los cuales son ubicados en sitios estratégicos del vehículo pesado, se considera tres en cada costado.



44.FIGURA 3.8 SENSORES DE MOVIMIENTO PIR. (PROPIO)

3.2.5. SENSORES DE ULTRASONIDO

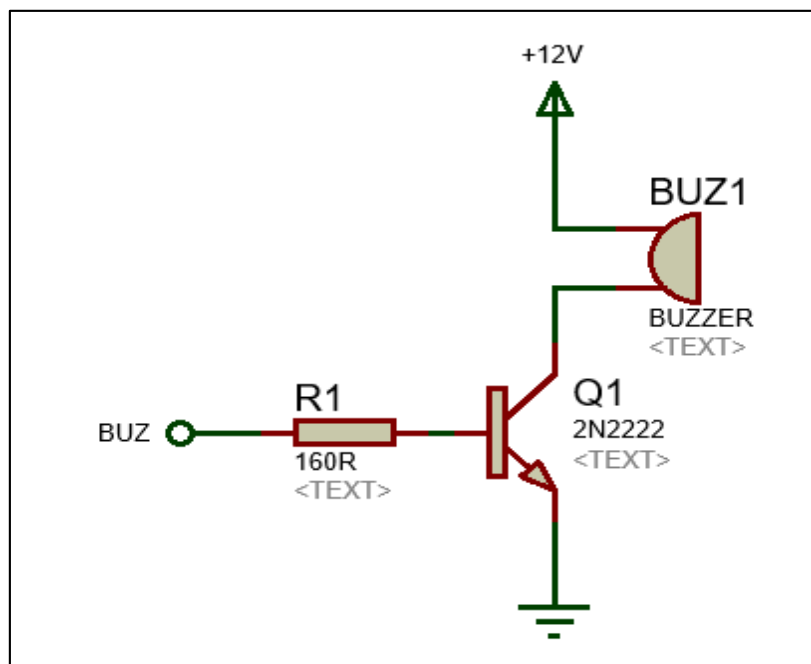
En la Figura 3.9 se muestra como están conectados los sensores de ultrasonido con el ARDUINO. Estos sensores son ubicados uno en la parte delantera y otro en la parte trasera del vehículo.



45.FIGURA 3.9. SENSORES DE ULTRASONIDO. (PROPIO)

3.2.6. MODULO BUZZER

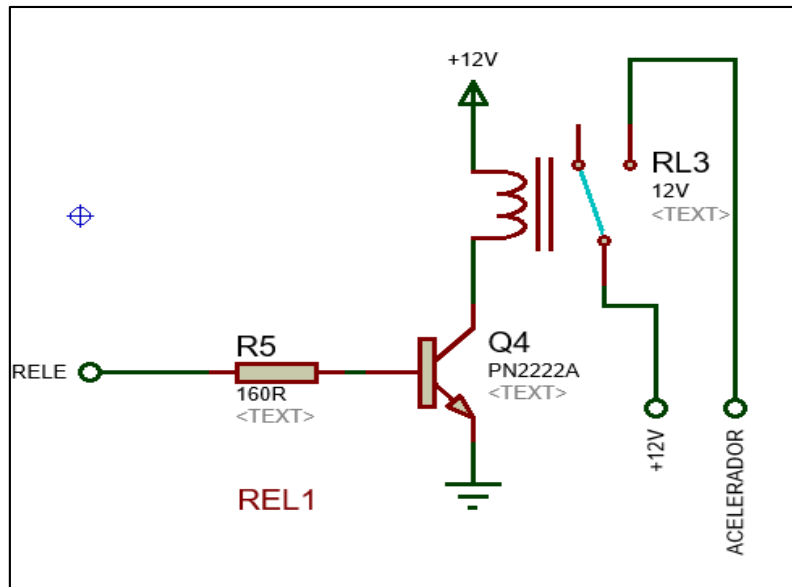
En la Figura 3.10 se muestra como están conectado el buzzer con el ARDUINO. Este buzzer se activa si solo si se activa alguno de los sensores que están distribuidos alrededor del vehículo pesado.



46.FIGURA 3.10. INYECTOR BOSCH. (PROPIO)

3.2.7. MODULO RELE PARA ACELERADOR

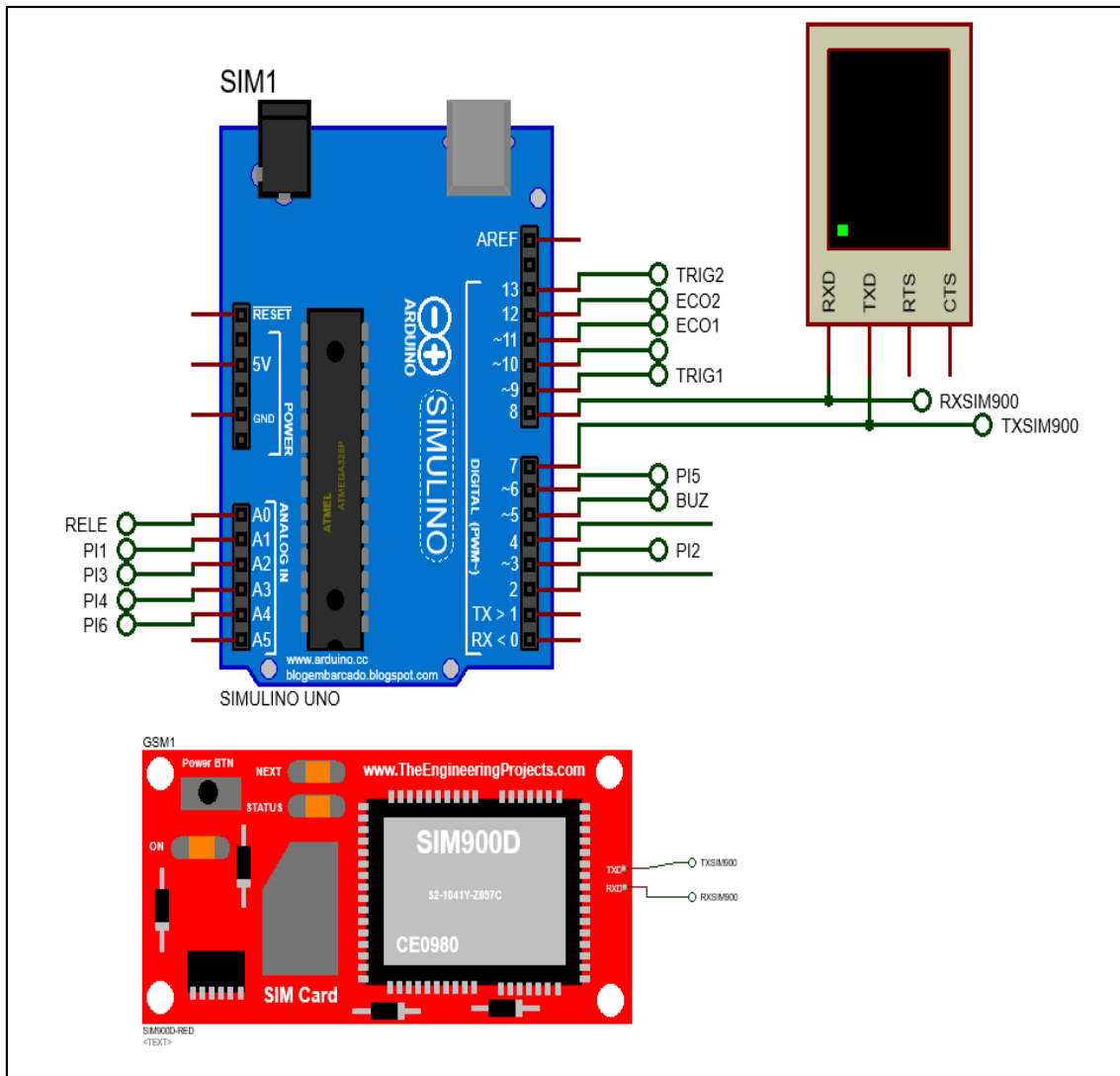
En la Figura 3.11 se muestra como están conectado el relé con el ARDUINO. Este relé se encarga de desactivar el acelerador del vehículo si se activa algún sensor.



47.FIGURA 3.11. MODULO RELE PARA ACELERADOR. (PROPIO)

3.2.8. MODULO GSM/GPRS

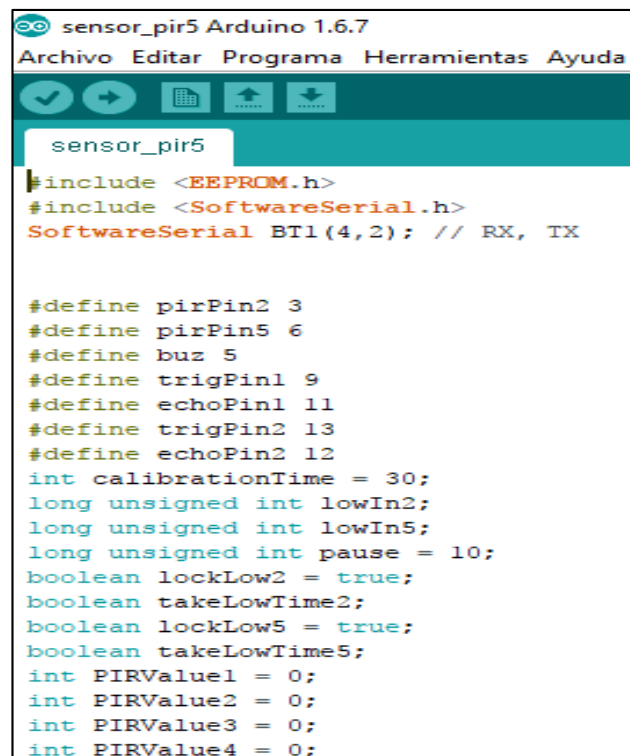
En la Figura 3.12 se muestra como están conectado el Modulo GSM/GPRS SIM900 con el ARDUINO. Este Modulo se encarga de recibir el comando de mensaje de texto para enviar también mediante un mensaje de texto los estados de los sensores de presencia alrededor del vehículo pesado.



48 FIGURA 3.12. CONEXIÓN DEL MODULO GSM/GPRS SIM900. (PROPIO)

3.2.9 CODIGO DEL PROGRAMA PARA AURDUINO UNO

A continuación se presentara partes del código del programa de la tarjeta ARDUINO, el código completo se encuentra a su disposición en el CD de la presente tesis.



```

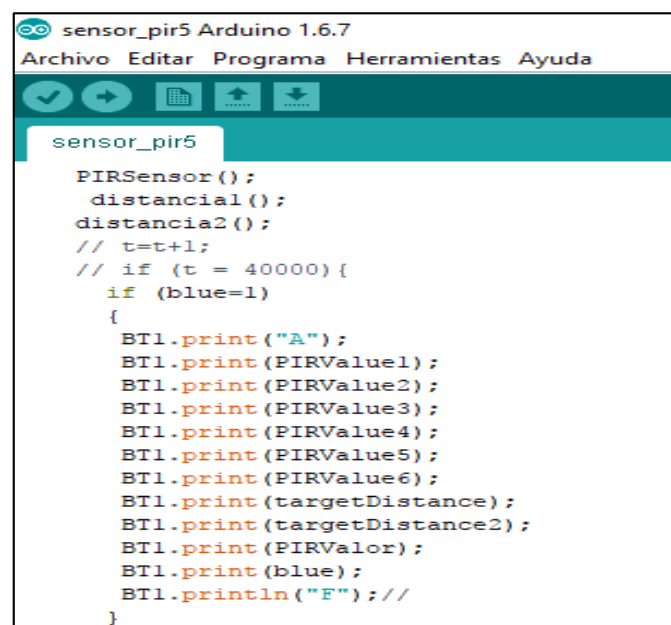
sensor_pir5 Arduino 1.6.7
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda

sensor_pir5
#include <EEPROM.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial BT1(4,2); // RX, TX

#define pirPin2 3
#define pirPin5 6
#define buz 5
#define trigPin1 9
#define echoPin1 11
#define trigPin2 13
#define echoPin2 12
int calibrationTime = 30;
long unsigned int lowIn2;
long unsigned int lowIn5;
long unsigned int pause = 10;
boolean lockLow2 = true;
boolean takeLowTime2;
boolean lockLow5 = true;
boolean takeLowTime5;
int PIRValue1 = 0;
int PIRValue2 = 0;
int PIRValue3 = 0;
int PIRValue4 = 0;

```

49 FIGURA 3.13. PARTE DEL CODIGO DE CONFIGURACION Y ASIGNACION DE VARIABLES (PROPIO)



```

sensor_pir5 Arduino 1.6.7
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda

sensor_pir5
PIRSensor();
distancial();
distancia2();
// t=t+1;
// if (t = 40000){
if (blue=1)
{
  BT1.print("A");
  BT1.print(PIRValue1);
  BT1.print(PIRValue2);
  BT1.print(PIRValue3);
  BT1.print(PIRValue4);
  BT1.print(PIRValue5);
  BT1.print(PIRValue6);
  BT1.print(targetDistance);
  BT1.print(targetDistance2);
  BT1.print(PIRValor);
  BT1.print(blue);
  BT1.println("F");//
}

```

50 FIGURA 3.14. PARTE DEL CODIGO DE ENVIO DE DATOS POR PUERTO PARA BLUETOOTH. (PROPIO)

```

sensor_pir5 Arduino 1.6.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sensor_pir5

    delay(10);

}
//*****
void distancia2()
{
    digitalWrite(trigPin2, LOW); //Set trigger pin low
    delayMicroseconds(2000); //Let signal settle
    digitalWrite(trigPin2, HIGH); //Set trigPin high
    delayMicroseconds(15); //Delay in high state
    digitalWrite(trigPin2, LOW); //ping has now been sent
    delayMicroseconds(10); //Delay in high state
    pingTime = pulseIn(echoPin2, HIGH); //pingTime is presented in micro
    pingTime=pingTime/1000000; //convert pingTime to seconds by dividing by 1000000
    pingTime=pingTime/3600; //convert pingtime to hours by dividing by 3600
    targetDistance2= speedOfSound * pingTime; //This will be in miles, speed of sound is 343 m/s
    targetDistance2=targetDistance2/2; //Remember ping travels to target and back
    targetDistance2= targetDistance2*63360; //Convert miles to inches
    targetDistance2= targetDistance2*2.54;
    valor2=targetDistance2;
    targetDistance2=targetDistance2+4000;
    if (targetDistance2 < 4010.00){

```

51 .FIGURA 3.15. PARTE DEL CODIGO DE MEDICION DE DISTANCIA. (PROPIO)

```

sensor_pir5 Arduino 1.6.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sensor_pir5

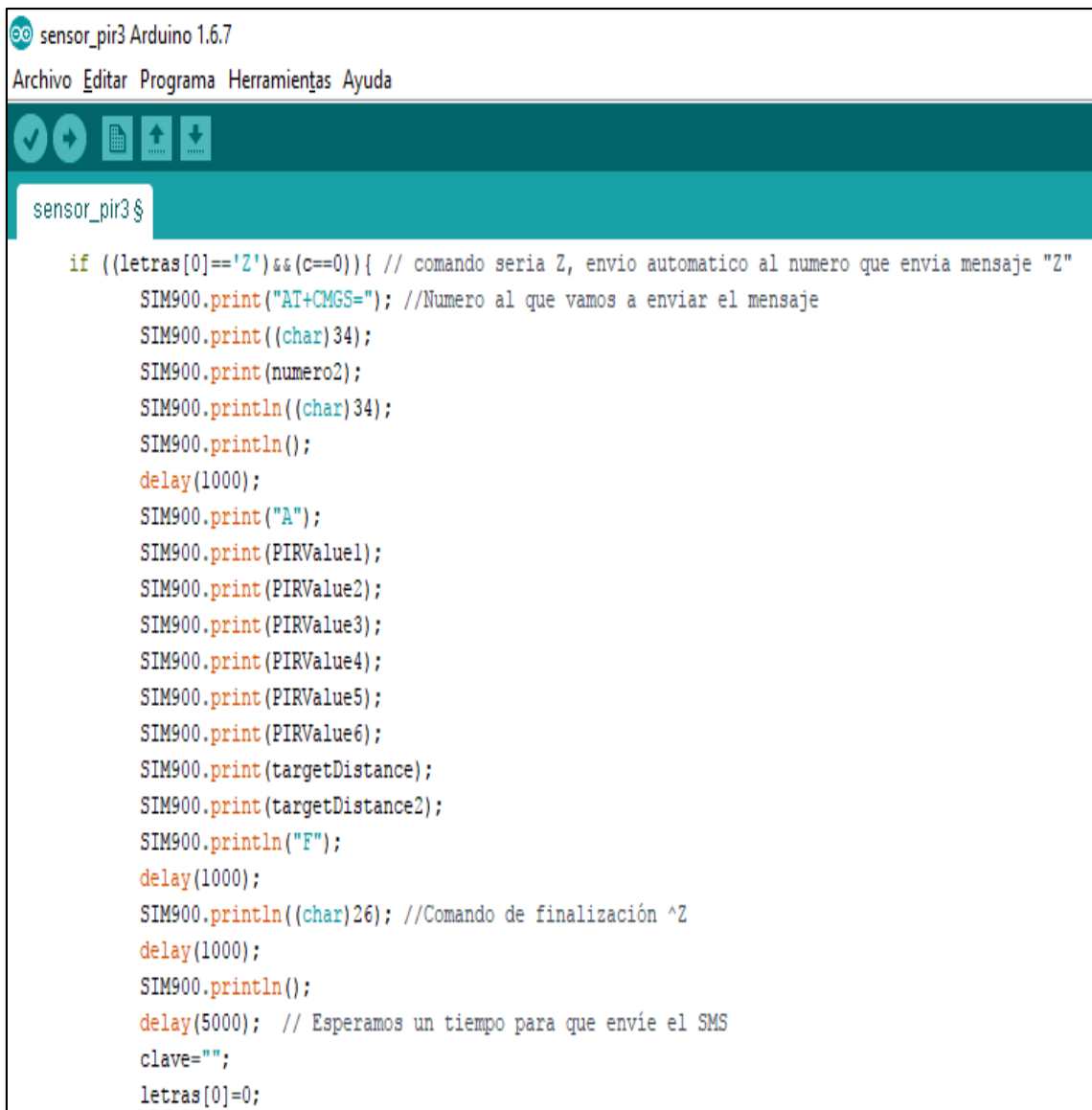
}

//*****
void PIRSensor()
{
    PIRValor = PIRValue5 + PIRValue2;

    if(digitalRead(pirPin2) == HIGH)
    {
        if(lockLow2)
        {
            PIRValue2 = 1;
            lockLow2 = false;
            delay(10);
        }
        takeLowTime2 = true;
    }
}

```

52 FIGURA 3.16. PARTE DEL CODIGO DE DETECCION DE MOVIMIENTO. (PROPIO)

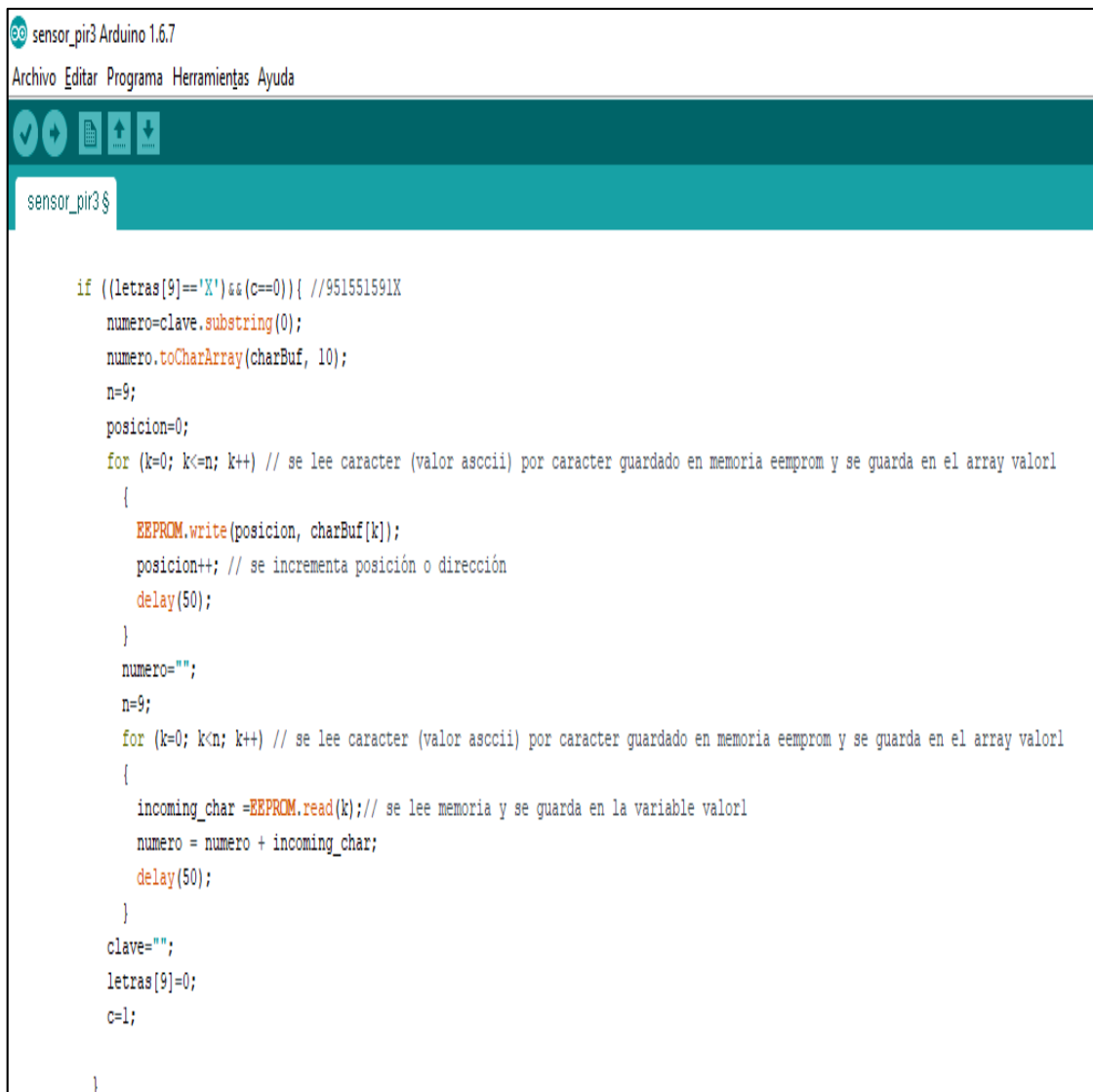


```
sensor_pir3 Arduino 1.6.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sensor_pir3$

if ((letras[0]=='Z')&&(c==0)){ // comando seria Z, envio automatico al numero que envia mensaje "Z"
    SIM900.print("AT+CMGS="); //Numero al que vamos a enviar el mensaje
    SIM900.print((char)34);
    SIM900.print(numero2);
    SIM900.println((char)34);
    SIM900.println();
    delay(1000);
    SIM900.print("A");
    SIM900.print(PIRValue1);
    SIM900.print(PIRValue2);
    SIM900.print(PIRValue3);
    SIM900.print(PIRValue4);
    SIM900.print(PIRValue5);
    SIM900.print(PIRValue6);
    SIM900.print(targetDistance);
    SIM900.print(targetDistance2);
    SIM900.println("F");
    delay(1000);
    SIM900.println((char)26); //Comando de finalización ^Z
    delay(1000);
    SIM900.println();
    delay(5000); // Esperamos un tiempo para que envíe el SMS
    clave="";
    letras[0]=0;
```

53 FIGURA 3.17. PARTE DEL CODIGO DE ENVIO DE DATOS POR MENSAJE DE TEXTO MEDIANTE EL COMANDO Z. (PROPIO)



```
sensor_pir3 Arduino 1.6.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

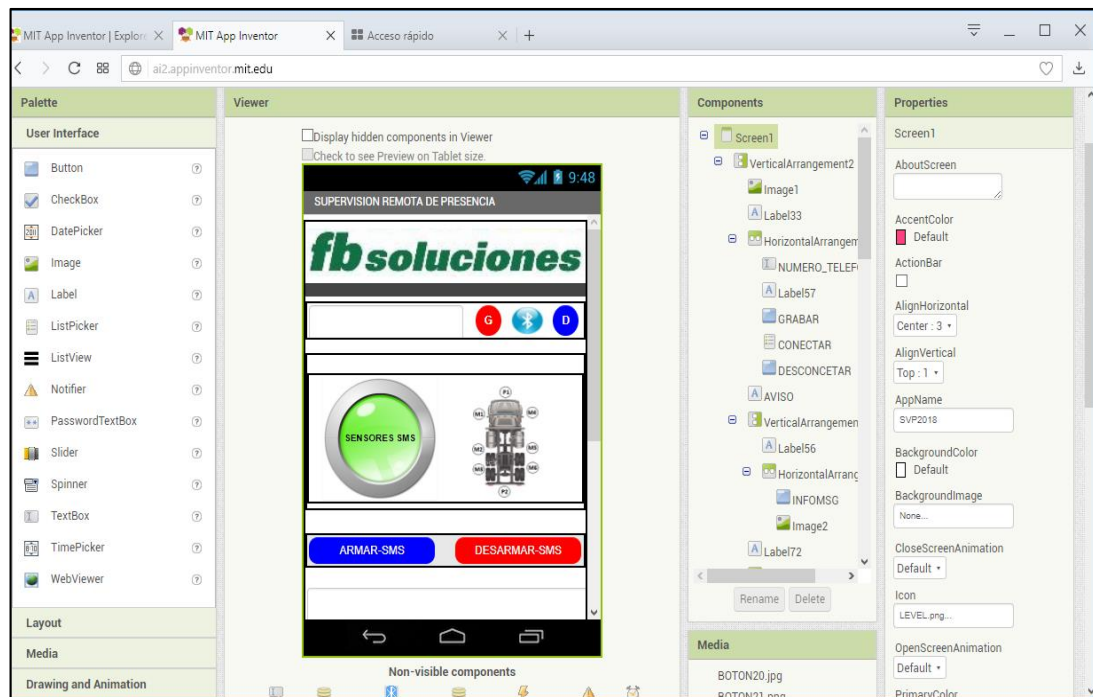
sensor_pir3 $

if ((letras[9]=='X') && (c==0)) { //951551591X
    numero=clave.substring(0);
    numero.toCharArray(charBuf, 10);
    n=9;
    posicion=0;
    for (k=0; k<=n; k++) // se lee caracter (valor asccii) por caracter guardado en memoria eeprom y se guarda en el array valor1
    {
        EEPROM.write(posicion, charBuf[k]);
        posicion++; // se incrementa posición o dirección
        delay(50);
    }
    numero="";
    n=9;
    for (k=0; k<=n; k++) // se lee caracter (valor asccii) por caracter guardado en memoria eeprom y se guarda en el array valor1
    {
        incoming_char =EEPROM.read(k); // se lee memoria y se guarda en la variable valor1
        numero = numero + incoming_char;
        delay(50);
    }
    clave="";
    letras[9]=0;
    c=1;
}
```

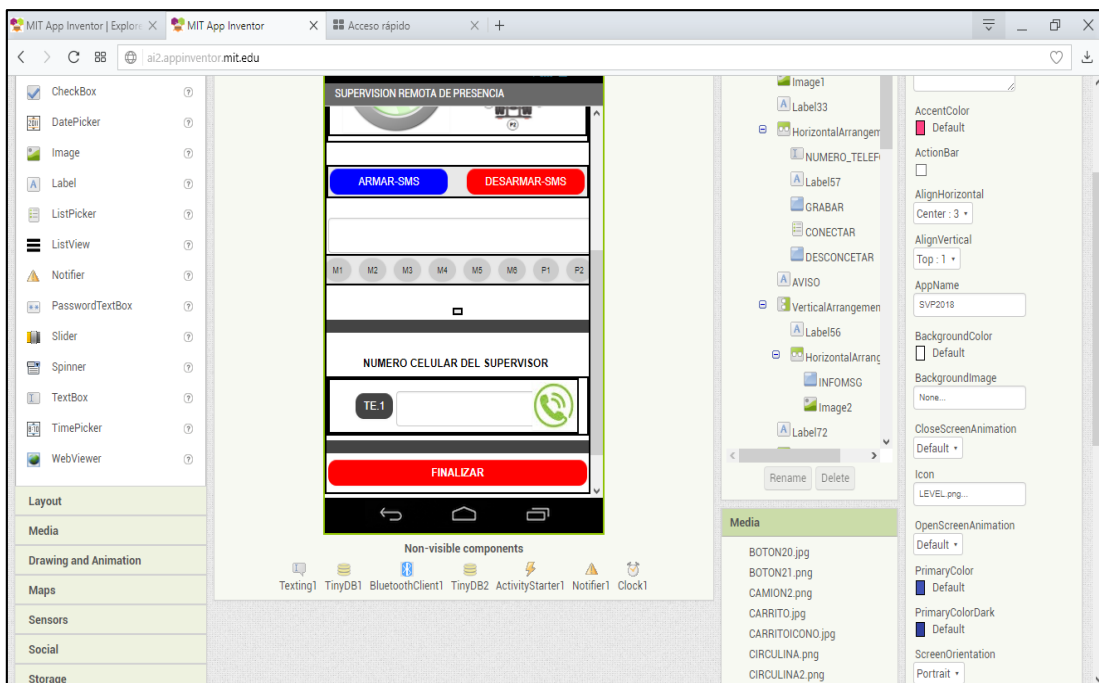
54 FIGURA 3.18. PARTE DEL CODIGO DE ENVIO DE DATOS POR MMENSAJE DE TEXTO PARA PROGRAMAR NUMERO DDE CELULAR. (PROPIO)

3.2.9. LA APLICACIÓN EN CELULAR

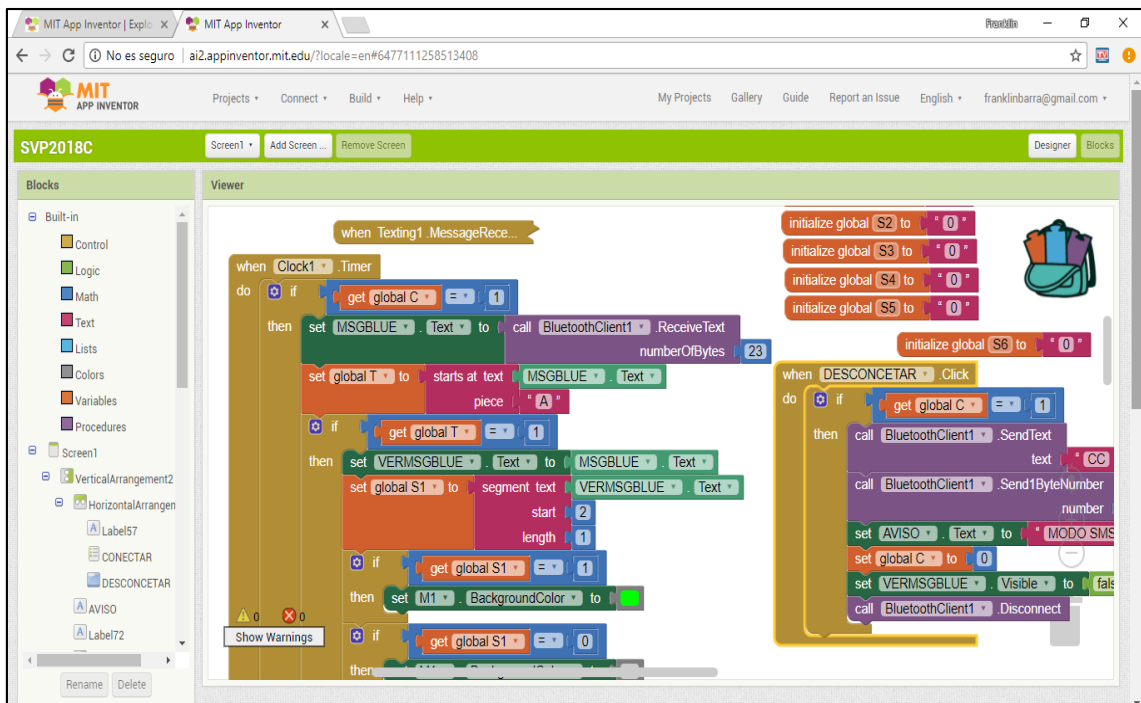
Para realizar la aplicación en el celular se utilizó el programa en línea APPINVENTOR. En las siguientes figuras se muestran las pantallas donde se desarrolla la aplicación.



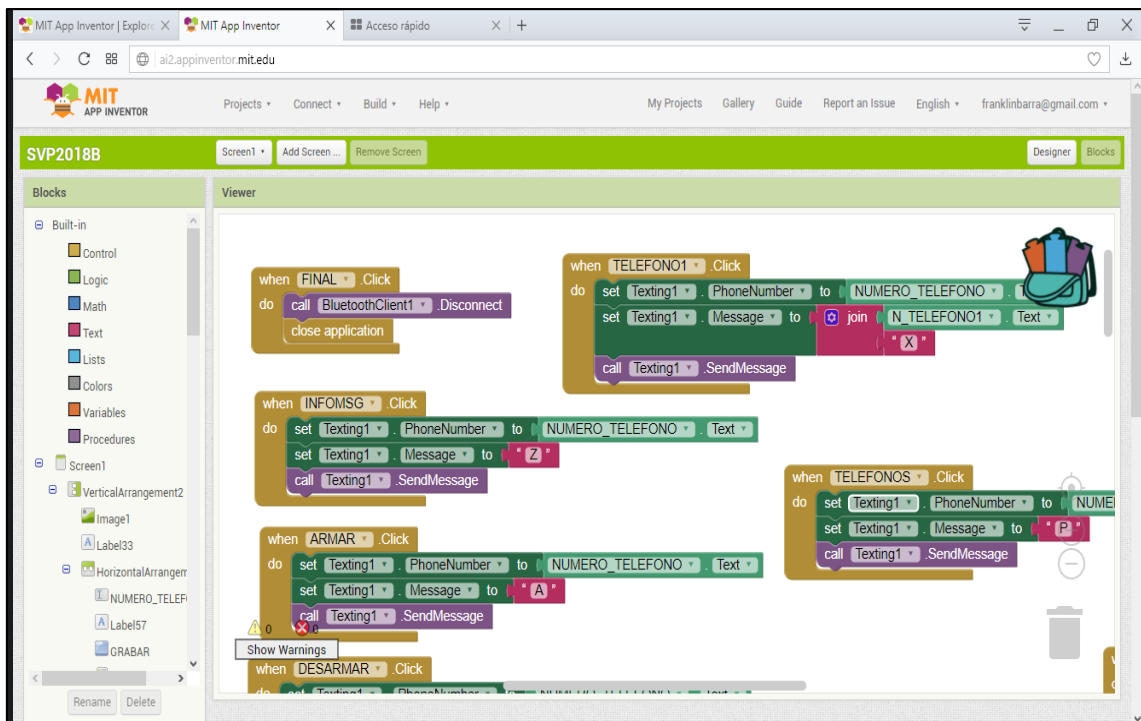
55 FIGURA 3.19. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR - A. (PROPIO)



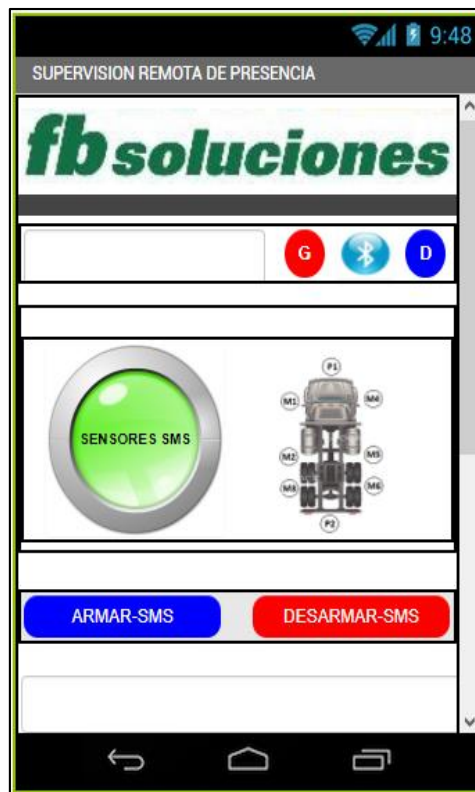
56 FIGURA 3.20. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR - B. (PROPIO)



57 FIGURA 3.21. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR-CODIGO DE PROGRAMA - A (PROPIO)



58 FIGURA 3.22. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN EN APPINVENTOR-CODIGO DE PROGRAMA - B (PROPIO)



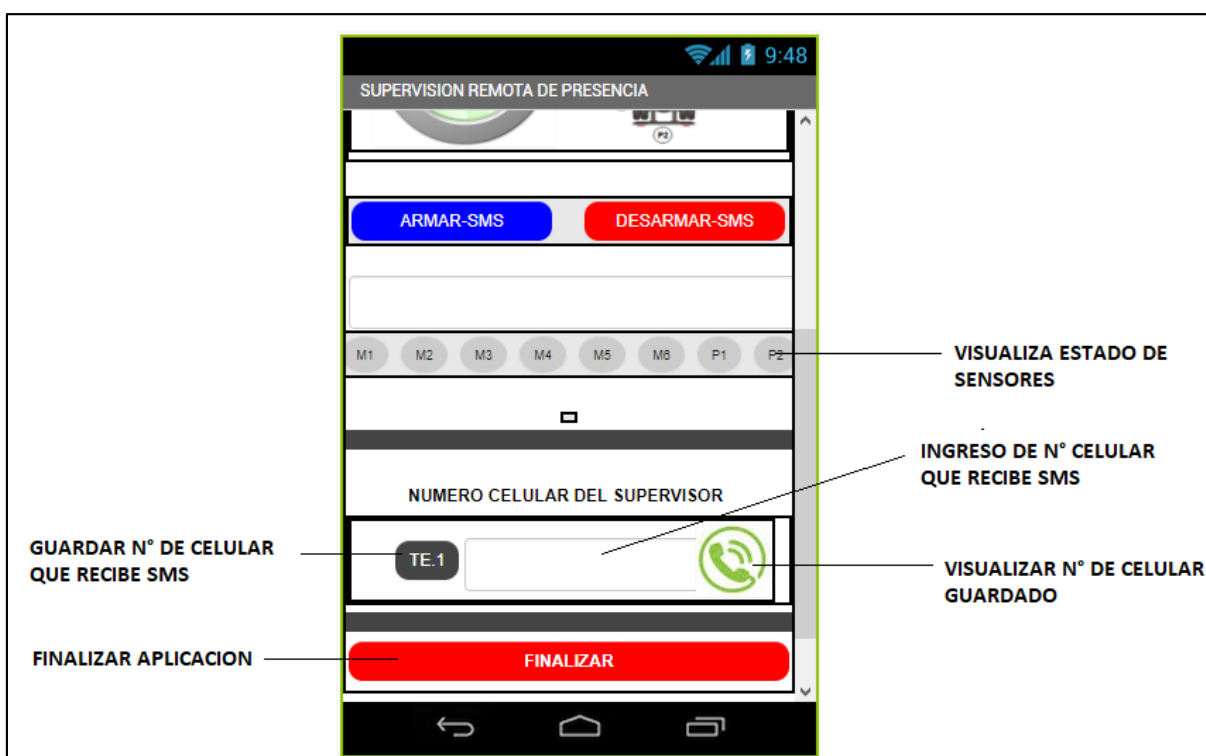
59 FIGURA 3.23 APLICATIVO PARA ANDROID - A. (PROPIO)



60 FIGURA 3.24 COMPONENTES DEL APLICATIVO - A (PROPIO)



61 FIGURA 3.25 APLICATIVO PARA ANDROID - B. (PROPIO)



62 FIGURA 3.26 COMPONENTES DEL APLICATIVO - B (PROPIO)

CAPITULO IV

COSTOS DEL PROYECTO

4.1. COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo se mostrara la tabla de costos para la implementación del proyecto en una se mostrara solo los costos de materiales directos, materiales Indirectos, mano de obra directa, mano de obra indirecta, gastos generales, costos de materiales directos e indirectos y costos totales.

Tabla 2. MATERIALES DIRECTOS

MATERIALES DIRECTOS	
CANTIDAD	DESCRIPCION
1	ARDUINO UNO
6	SENSOR DE MOVIMIENTO - PIR
2	SENSOR DE DISTANCIA -ULTRASONIDO
1	FUENTE ENT.12V SALIDA 5V 2A
1	RELE
1	MODULO BLUETOOTH
1	MODULO GSM/GPRS SIM900
1	MODULO BUZZER
1	PLACA DE CIRCUITO IMPRESO
1	CAJA PARA PLACA IMPRESA
1	CONECTORES
1	OTROS COMPONENTES VARIOS

Tabla 3. MATERIALES INDIRECTOS (INSUMOS)

MATERIALES INDIRECTOS (INSUMOS)	
CANTIDAD	DESCRIPCION
1 Rollos	CABLE ELECTRICO #18 - CABLE AUTOMOTRIZ
2	CINTA AISLANTE
1 kg.	PEGAMENTO
3m	TUBO CONDUIT/PROTECCION DE CABLES
1 kg.	trapo industrial

Tabla 4. MANO DE OBRA DIRECTA

MANO DE OBRA DIRECTA	
CANTIDAD	ESPECIALIDAD
1	Electricista
1	Electronico
1	Practicante

Tabla 5. MANO DE OBRA INDIRECTA

MANO DE OBRA INDIRECTA	
CANTIDAD	ESPECIALIDAD
1	Supervisor
1	Prevencionista
1	Dibujante CAD

Tabla 6. GASTOS GENERALES (SERVICIOS A TODO COSTO)

GASTOS GENERALES (SERVICIOS A TODO COSTO)	
CANTIDAD	ESPECIALIDAD
1	SERVICIO DE INSTALACION PUNTOS ELECTRICOS
2 dias	ENERGIA
	INTERNET
1	VIATICOS
	AGUA POTABLE
	TRANSPORTE
	GASTOS DE OFICINA

Tabla 7. COSTO TOTAL DE MATERIALES

COSTO DE MATERIALES DIRECTOS (MATERIA PRIMA)				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	ARDUINO UNO	1	S/. 40.00	S/. 40.00
2	SENSOR DE MOVIMIENTO - PIR	6	S/. 15.00	S/. 90.00
3	SENSOR DE DISTANCIA -ULTRASONIDO	2	S/. 15.00	S/. 30.00
4	FUENTE ENT.12V SALIDA 5V 2A	1	S/. 25.00	S/. 25.00
5	RELE	1	S/. 14.00	S/. 14.00
6	MODULO BLUETOOTH	1	S/. 45.00	S/. 45.00
7	MODULO GSM/GPRS SIM900	1	S/. 160.00	S/. 160.00
8	MODULO BUZZER	1	S/. 13.00	S/. 13.00
9	PLACA DE CIRCUITO IMPRESO	1	S/. 100.00	S/. 100.00
10	CAJA PARA PLACA IMPRESA	1	S/. 50.00	S/. 50.00
11	CONECTORES	1	S/. 45.00	S/. 45.00
12	OTROS COMPONENTES VARIOS	1	S/. 30.00	S/. 30.00
COSTO TOTAL MATERIALES DIRECTOS				S/. 642.00

COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS (INSUMOS)				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CABLE ELECTRICO #18	1	120	S/. 120.00
2	CINTA AISLANTE	2	5	S/. 10.00
3	PEGAMENTO	1	16	S/. 16.00
4	TUBO CONDUIT/PROTECCION DE CABLES (METROS)	3	4	S/. 12.00
5	TRAPO INDUSTRIAL (KG)	1	10	S/. 10.00
COSTO TOTAL MATERIALES INDIRECTOS				S/. 168.00

COTOS TOTAL DE MATERIALES				S/. 810.00
---------------------------	--	--	--	------------

Tabla 8. COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA				
CANTIDAD	ESPECIALIDAD	TIEMPO DE TRABAJO HRA	COSTO HORA	TOTAL
1	Electricista	4.00	12.00	48.00
1	Electronico	4.00	25.00	100.00
1	Practicantes	4.00	6.00	24.00
TOTAL		12.00		172.00

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA				
CANTIDAD	ESPECIALIDAD	TIEMPO DE TRABAJO HRA	COSTO HORA	TOTAL
1	Ingeniero de Inspección	4.00	40.00	160.00
1	Prevencionista	2.00	12.00	24.00
1	Dibujante CAD	2.00	20.00	40.00
TOTAL		8.00		224.00

COTOS TOTAL DE MANO DE OBRA			S/. 396.00
------------------------------------	--	--	-------------------

Tabla 9. COSTO TOTAL DE GASTOS GENERALES

GASTOS GENERALES (EQUIPOS, HERRAMIENTAS, MAQUINAS, SERVICIOS)				
CANTIDAD	DENIOMINACION (Alquiler)	DIAS/horas TRABAJO	COSTO DIARIO	COSTO TOTAL
1	SERVICIO DE INSTALACION PUNTOS ELECTRICOS	1	80.00	80.00
1 KW/h	Energia Electrica (2 dias - 16 horas)	8	0.70	5.60
	Agua Potable			20.00
	Transporte			50.00
	Gastos de Oficina			120.00
TOTAL GASTOS GENERALES				S/. 275.60

Tabla 10. COSTO TOTAL DEL PROYECTO PROPUESTO

COSTO TOTAL DEL PROYECTO PROPUESTO	
DESCRIPCION	COSTO
COTOS TOTAL DE MATERIALES (MD + MI)	810.00
COTOS TOTAL DE MANO DE OBRA (MOD + MOI)	396.00
TOTAL GASTOS GENERALES (Herramientas + Equipos + Maquinas + Servicios)	275.60
TOTAL DEL PROYECTO	S/. 1,481.60

CONCLUSIONES

- Se logró diseñar un sistema para la detección de presencia externa en vehículos pesados para prevención de accidentes, usando sensores PIR, sensores de Ultrasonido, un módulo Bluetooth HC06, el módulo GSM/GPRS SIM900 teniendo como controlador a la placa ARDUINO UNO.
- Se logró determinar o diseñar cada uno de los bloques del sistema electrónico propuesto.
- Se logró seleccionar cada uno de los componentes para el correcto funcionamiento del sistema electrónico para la detección de presencias externas alrededor de un vehículo pesado.
- Se logró desarrollar los programas para todo el sistema electrónico, tanto el programa para la tarjeta ARDUINO UNO como la aplicación para el celular, usando comunicación Bluetooth
- Se logró desarrollar los programas para todo el sistema electrónico, tanto el programa para la tarjeta ARDUINO UNO como la aplicación para el celular, usando comunicación por mensajes de texto usando el Módulo GSM/GPRS SIM900.
- Se logra establecer un protocolo de comunicación vía bluetooth entre la tarjeta electrónica desarrollada y el celular o dispositivo móvil.
- Se logra establecer un protocolo de comunicación vía mensajes de texto entre la tarjeta electrónica desarrollada y el celular o dispositivo móvil, para lo cual el comando principal es la letra: "Z"., al enviar esta letra por SMS la tarjeta controladora responde con el estado de los sensores que se encuentran alrededor del vehículo pesado.

BIBLIOGRAFÍA

(2009). Obtenido de learn.mikroee.com:

<https://learn.mikroee.com/ebooks/microcontroladorespicc/>

ATMEL. (s.f.). Obtenido de

[http://www.atmel.com/devices/atmega32.aspx?tab=documents.\(2\)](http://www.atmel.com/devices/atmega32.aspx?tab=documents.(2))

Creus, A. (2013). Instrumentacion Industrial. En A. Creus, *Instrumentacion Industrial* (8va ed.). Madrid, España: Alfa y Omega.

Dadateca.unad.edu.co. (2014). Obtenido de

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/301120/2014_ii_reconocimiento_unidad2.pdf

Developers. (s.f.). *Developers*. Obtenido de

<http://developer.android.com/guide/index.html>

Diego, D. P. (s.f.). *http://picmania.garcia-cuervo.net*. Obtenido de

http://picmania.garcia-cuervo.net/recursos/redpictutorials/sensores/sensores_de_distancias_con_ultrasonidos.pdf

GEEETECH.COM. (2014). Obtenido de

https://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield

<http://bibing.us.es/>. (s.f.). *http://bibing.us.es/*. Obtenido de

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/40048/fichero/VOLUMEN+1.+MEMORIA%252F4.+Tecnolog%C3%AD+a+Bluetooth.pdf>

<http://www.appinventor.org/>. (s.f.). *appinventor.org*. Obtenido de

<http://appinventor.mit.edu/explore/sites/all/files/hourofcode/AppInventorTutorials.pdf>

<http://www.electrobiomedical.com.co/>. (s.f.).

http://www.electrobiomedical.com.co/. Obtenido de

<http://www.electrobiomedical.com.co/download/datasheet/SEN0013.pdf>

<http://www.micropik.com/>. (s.f.). *http://www.micropik.com*. Obtenido de

<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>

<http://www.uca.es/>. (s.f.). *http://www.uca.es/*. Obtenido de

http://www.uca.es/recursos/doc/Unidades/Unidad_Innovacion/Innovacion_Docente/ANEXOS_2011_2012/22232441_310201212102.pdf

<https://www.olimex.com>. (s.f.). <https://www.olimex.com>. Obtenido de <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>

I+D ELECTRONICA. (2016). Obtenido de I+D ELECTRONICA: http://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/sensor-de-gas-mq1352016-02-08-04-34-49_-detail

learn.mikroe.com. (2009). Obtenido de <https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespicc/chapter/lenguajes-de-programacion/>

LEWIS, F. L. (2004). *Technologies, Protocols, and Applications*. New York: D.J. Cook and S.K. Das, John Wiley.

N. Aakvaag, J. E. (2006). Redes de sensores Inalambricos. *ABB*.

nv50.0fees.net. (s.f.). Obtenido de <http://nv50.0fees.net/wp-content/uploads/manualproteus.pdf?ckattempt=1>.(11)

Omar E. Barra Zapata, F. B. (2011). *Microcontroladores PIC con Programacion PBP*. MADRID: RAMA.

Pascual, F. R. (s.f.). Redes de sensores inalambricas. En F. R. Pascual, *Redes de sensores inalambricas*. Universidad Politecnica de Valencia.

R. F. Martínez, J. O. (2009). Redes Inalambricas de Sensores. En J. O. R. F. Martínez, *Redes Inalambricas de Sensores*. Universidad de Rioja.

RHYDOLABZ.COM. (2011). Obtenido de http://www.rhydolabz.com/documents/gps_gsm/sim900_rs232_gsm_modem_opn.pdf.(7)

saber.patagoniatec.com. (s.f.). Obtenido de <http://saber.patagoniatec.com/usb-ttl-puerto-de-comunicacion-uart-arduino-argentina-ptec/>

Yeferson Bedoya Giraldo, C. S. (2013). *Implementación, control y monitoreo de un Sistema de seguridad vehivular por redes gsm/gprs*. Universidad Tecnologica de Pereira, Pereira.

ANEXOS